



TUGAS AKHIR - RE 141581

# EVALUASI DAN PERENCANAAN PENGELOLAAN LIMBAH (CAIR DAN MEDIS PADAT) RSUD INDRASARI RENGAT DALAM RANGKA PENINGKATAN TIPE C MENJADI B

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

Dosen Pembimbing  
Dr. Ali Masduqi , ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**TUGAS AKHIR - RE 141581**

**EVALUASI DAN PERENCANAAN PENGELOLAAN  
LIMBAH (CAIR DAN MEDIS PADAT) RSUD  
INDRASARI RENGAT DALAM RANGKA  
PENINGKATAN TIPE C MENJADI B**

**FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ali Masduqi, ST, MT**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**





**FINAL PROJECT - RE 141581**

***EVALUATION AND DESIGN OF THE WASTE  
MANAGEMENT (WASTEWATER AND MEDICAL  
SOLIDWASTE) OF INDRASARI RENGAT HOSPITAL  
IN ORDER TO TYPE ENHANCEMENT FROM CLASS  
C TO B***

**FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030**

**Supervisor  
Dr. Ali Masduqi, ST, MT**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



**EVALUASI DAN PERENCANAAN PENGELOLAAN  
LIMBAH (CAIR DAN MEDIS PADAT) RSUD INDRASARI  
RENGAT DALAM RANGKA PENINGKATAN TIPE C  
MENJADI B**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**FARID PRATAMA PUTRA**  
NRP 03211440000030

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:







## **ABSTRAK**

### **EVALUASI DAN PERENCANAAN PENGELOLAAN LIMBAH (CAIR DAN MEDIS PADAT) RSUD INDRASARI RENGAT DALAM RANGKA PENINGKATAN KELAS C MENJADI B**

Nama Mahasiswa : Farid Pratama Putra  
NRP : 03211440000030  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Dr. Ali Masduqi, ST., MT.

RSUD Indrasari Rengat adalah salah satu rumah sakit milik Pemerintah Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau yang memiliki tipe C yang akan mengalami peningkatan menjadi tipe B per Bulan Mei 2018. Di dalam kegiatan sehari-harinya, rumah sakit ini menghasilkan limbah cair maupun medis padat yang berasal dari kegiatan klinis maupun kegiatan domestik. Rumah sakit memerlukan air bersih sejumlah 500 L/Bed hari. Debit eksisting limbah cair yang masuk ke dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dari hasil kegiatan sebesar 57,6 m<sup>3</sup>/hari, dan untuk produksi limbah medis padat adalah sebesar 20,14 kg/hari. Seiring dengan adanya peningkatan tipe ini, akan terjadi pula penambahan tempat tidur dari 120 menjadi 200. Hal ini akan menyebabkan limbah cair dan medis padat yang diproduksi juga akan meningkat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengelolaan limbah cair dan limbah medis padat, sekaligus memberikan rekomendasi terhadap pengelolaan limbah cair dan medis padat di RSUD Indrasari dalam menghadapi peningkatan tipe.

Metode penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur, kemudian pengumpulan data yang terdiri dari data primer maupun sekunder diperoleh melalui survei lapangan, *sampling*, kuisioner dan wawancara. Data-data yang telah dikumpulkan diolah dan dibahas secara detail. Selanjutnya dilakukan suatu perhitungan dengan cara membandingkan kondisi eksisting dengan kondisi ideal sesuai dengan literatur yang sudah ada.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa unit IPAL masih dapat menampung penambahan bed minimum untuk rumah sakit kelas B yaitu sebesar 200 bed. Setelah dilakukan perhitungan kapasitas

IPAL, hasil yang didapatkan adalah jumlah maksimum bed yang diizinkan menjadi sebesar 240 buah buah karena debit air limbah yang dihasilkan sebesar 115,2 m<sup>3</sup>/hari. Dengan debit ini, parameter perencanaan seperti HLR, OLR, dan waktu detensi dapat terpenuhi sesuai kriteria desain. Pengelolaan limbah medis padat sendiri untuk saat ini belum dilakukan secara maksimum sehingga diperlukan skema baru pengelolaan limbah medis padat. Skema dimulai dari pewadahan yang disesuaikan dengan karakteristik limbah, lalu pengangkutan yang mengutamakan faktor keselamatan. Sedangkan untuk pengolahan di insinerator, ketika jumlah bed ditingkankan menjadi lebih dari 297 buah, diperlukan jadwal pembakaran setiap hari agar insinerator mampu menampung beban limbah. Sementara itu, penyimpanan di TPS B3 diperlukan penataan ulang agar dapat menampung limbah sebelum dilakukan pengangkutan eksternal. Jumlah bed yang digunakan dalam perencanaan pengembangan adalah sebesar 240 buah bed.

**Kata Kunci: Limbah Cair, Limbah Medis padat, RSUD Indrasari**

## **ABSTRACT**

### ***EVALUATION AND DESIGN THE WASTE MANAGEMENT (WASTEWATER AND MEDICAL SOLIDWASTE) OF INDRASARI RENGAT HOSPITAL IN ORDER TO TYPE ENHANCEMENT FROM CLASS C TO B***

Name	: Farid Pratama Putra
NRP	: 03211440000030
Departmen	: Teknik Lingkungan
Supervisor	: Dr. Ali Masduqi, ST., MT.

RSUD Indrasari Rengat is one of Indragiri Hulu District Government hospital, Riau Province which has type C which will increase to become type B on May 2018. In its daily activities, this hospital produces liquid and medical waste from clinical activities as well as domestic activities. The hospital needs clean water of 500 L / Bed days. Existing wastewater discharge into Wastewater Treatment Plant (WWTP) from activity result is 57,6 m<sup>3</sup>/day, and for production of medical solidwaste is 25,28 kg/day. Along with this type increasing, there will also be additional beds from 120 to 200. It will cause increasing of liquid and medical solidwaste production. Therefore, this research aims to evaluate the management of liquid waste and medical solidwaste, as well as providing recommendations on solid waste and medical solid waste management at RSUD Indrasari in the face of type increase.

The research method begins with doing literature study, then data collection that consist of primary and secondary data obtained through field surveys, sampling, questionnaires and interviews. The data that has been collected will be processed and discussed specifically. Then, there will do calculation by comparing the existing condition with ideal conditions according to literature.

The evaluation results show that the WWTP unit can still accommodate the minimum number of bed for Type B Hospital that's 200. After the calculation of WWTP capacity, the result is

maximum number of allowable beds to be 240 pieces because the wastewater flowrate produced is 115.2 m<sup>3</sup>/day. With this flowrate, design parameters such as HLR, OLR, and detention times can be suitable with design criteria. Medical solidwaste management is not in the maximum management based on rules, so it needs a new scheme for solid waste medical management is required. The scheme starts from a container tailored to the characteristics of the waste, then transport that prioritizes safety factors. As for the incinerator processing, when the number of beds drained more than 297 pieces, a daily burning schedule is required for the incinerator to accommodate the waste load. In the meantime, storage at TPS B3 required reordering in order to accommodate waste prior to external transport. The number of bed that is used in the calculation for development desain is 240 beds.

**Keywords: Indrasari Rengat Hospital, Medical Solid Waste, Wastewater,**

## KATA PENGANTAR

*Assalammualaikum Wr.Wb*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul ***“Evaluasi dan Perencanaan Limbah (Cair dan Medis Padat) RSUD Indrasari Rengat dalam Rangka Peningkatan tipe C menjadi B”*** dapat terselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan kerja sama yang baik dari semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST, MT selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam proses bimbingan.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Slamet, Dipl. SE, M.Sc., Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng., Ibu Alia Damayanti, ST, MT, Ph.D., dan Bapak Alfian Purnomo, ST, MT. selaku dosen pengarah, yang membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir.
3. Ayah dan Ibu di kampung halaman yang tidak pernah berhenti mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Adik-adik penulis, Farhan Aulia Rahman, Fitra Maulana, Naila Rahma Kartika, dan Alya Nurlaili yang membantu dalam proses pengambilan data di rumah sakit.
5. Bapak Riswidiantoro, Bapak Anto, dan Bapak Mushollin, dan Ibu Eka yang membimbing dan membantu penulis dalam melakukan penelitian di Rumah Sakit.
6. Kepala Bakesbang Kabupaten Indragiri Hulu yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian tugas akhir di RSUD Indrasari.
7. Rekan-rekan penulis mahasiswa Teknik Lingkungan angkatan 2014 yang bersama-sama berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Adik-adik mahasiswa Teknik Lingkungan angkatan 2015 yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Surabaya, 20 Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Rumah Sakit .....	5
2.1.1 Pengertian Rumah Sakit.....	5
2.1.2 Klasifikasi Rumah Sakit .....	5
2.2 Air Limbah .....	6
2.2.1 Karakteristik Fisik .....	6
2.2.2 Karakteristik Kimia.....	7
2.2.3 Karakteristik Biologi .....	8
2.3 Limbah Cair Rumah Sakit.....	8
2.3.1 Regulasi Limbah Cair Rumah Sakit .....	9
2.3.2 Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit.....	10
2.4 Unit Pengolahan Air Limbah.....	10
2.4.1 Bak Ekualisasi .....	10
2.4.2 Biofilter .....	13
2.4.3 <i>Sludge Drying Bed</i> .....	16
2.5 Limbah Medis padat .....	17
2.6 Pengelolaan Limbah Medis padat .....	18
2.6.1 Pemilahan dan Pewadahan .....	18
2.6.2 Pengumpulan dan Penyimpanan .....	19
2.6.3 Pengolahan Limbah Medis Padat .....	20
<b>BAB III GAMBARAN UMUM RSUD INDRASARI.....</b>	<b>21</b>
3.1 Gambaran Wilayah.....	21
3.2 Gambaran RSUD Indrasari .....	21
3.3 Pemanfaatan Air Bersih.....	24
3.4 Gambaran IPAL RSUD Indrasari .....	25

3.4.1 Kualitas Influen dan Efluen .....	26
3.4.2 Spesifikasi Unit IPAL .....	29
3.5 Gambaran Pengelolaan Limbah Medis Padat.....	35
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Kerangka Penelitian.....	39
4.2 Ide Tugas Akhir.....	39
4.3 Survey Lokasi .....	43
4.4 Studi Literatur .....	43
4.5 Pengumpulan Data .....	44
4.5.1 Data Primer.....	44
4.5.2 Data Sekunder.....	46
4.6 Analisis dan Pembahasan .....	46
4.6.1 Evaluasi IPAL .....	46
4.6.2 Evaluasi Pengelolaan Limbah Medis Padat .....	47
4.6.3 Perencanaan Tambahan Unit IPAL.....	48
4.7 Kesimpulan dan Saran .....	48
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
5.1 Pengelolaan Limbah Cair .....	49
5.1.1 Penentuan Debit dan Kualitas Air Limbah.....	49
5.1.2 Evaluasi Kinerja Bak Ekualisasi .....	51
5.1.3 Evaluasi Kinerja Biofilter.....	56
5.1.4 Alternatif Penyelesaian Sistem IPAL.....	64
5.2 Pengelolaan Limbah Medis Padat.....	78
5.2.1 Produksi Limbah Medis Padat.....	78
5.2.2 Evaluasi Pengurangan dan Pewadahan .....	81
5.2.3 Evaluasi Pengangkutan Internal.....	82
5.2.4 Evaluasi Pengolahan Termal.....	83
5.2.5 Evaluasi Penyimpanan dan Pengangkutan.....	86
5.2.6 Perbaikan Pengelolaan Limbah Medis Padat .....	88
5.2.7 Skema Pengelolaan Limbah Medis Padat .....	93
5.3 Rangkuman Hasil Evaluasi dan Penyelesaian .....	99
5.4 Analisis Finansial Perencanaan .....	101
5.4.1 <i>Bill of Quantity</i> (BOQ) .....	101
5.4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	103
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>107</b>
6.1 Kesimpulan .....	107
6.2 Saran .....	108
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>109</b>
<b>LAMPIRAN A: Penelitian Air Limbah .....</b>	<b>113</b>



1. Prosedur Pengukuran Debit .....	113
2. Sampling Kualitas Air .....	118
<b>LAMPIRAN B: Kuesioner Limbah Medis Padat .....</b>	<b>125</b>
<b>LAMPIRAN C: <i>Standard Operating Procedure</i> .....</b>	<b>129</b>
<b>LAMPIRAN D: Hasil Survey .....</b>	<b>133</b>
<b>LAMPIRAN E: Gambar Teknik.....</b>	<b>137</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.79</b>

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit .....	9
Tabel 2. 2 Kriteria Desain Bak Ekualisasi.....	11
Tabel 2. 3 Kriteria Desain untuk Biofilter Aerobik.....	14
Tabel 2. 4 Kelebihan dan Kekurangan SDB.....	17
Tabel 3. 1 Persebaran Bed RSUD Indrasari.....	24
Tabel 3. 2 Pemanfaatan Air Bersih RSUD Indrasari.....	24
Tabel 3. 3 Kualitas Influen IPAL Rumah Sakit .....	27
Tabel 3. 4 Kualitas Efluen IPAL Rumah Sakit .....	28
Tabel 3. 5 % Penyisihan Parameter Pencemar .....	29
Tabel 4. 1 Metode Pengukuran Parameter Penelitian.....	45
Tabel 5. 1 Debit Aktual Air Limbah.....	50
Tabel 5. 2 Kualitas Air Limbah .....	51
Tabel 5. 3 Penambahan Debit.....	54
Tabel 5. 4 Hasil Analisis Kinerja Bak Ekualisasi .....	55
Tabel 5. 5 Hasil Analisis Kinerja Biofilter .....	63
Tabel 5. 6 Debit dan Massa Lumpur .....	72
Tabel 5. 7 Pengisian, Pengeringan, dan Pengurasan SDB .....	75
Tabel 5. 8 Jenis Limbah Medis Padat .....	79
Tabel 5. 9 Massa Limbah Medis Padat RSUD Indrasari.....	80
Tabel 5. 10 Massa dan Volume Limbah Medis Padat.....	81
Tabel 5. 11 Efisiensi Pembakaran Insinerator.....	85
Tabel 5. 12 Pewadahan Limbah Medis Padat.....	89
Tabel 5. 13 Simbol Pewadahan Limbah Medis Padat .....	90
Tabel 5. 14 Cara Pengikatan Limbah Medis .....	92
Tabel 5. 15 Rangkuman Hasil Evaluasi dan Penyelesaian.....	99
Tabel 5. 16 Bill of Quantity SDB.....	103
Tabel 5. 17 Bill of Quantity Ruang Lumpur .....	103
Tabel 5. 18 RAB Sludge Drying Bed .....	105
Tabel 5. 19 RAB Ruang Lumpur .....	105

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Bak Ekualisasi Tipe In Line .....	11
Gambar 2. 2 Skema Bak Ekualisasi Tipe Off Line .....	12
Gambar 3. 1 Lokasi Rumah Sakit Indrasari Rengat.....	23
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sumber Air Limbah Rumah Sakit.....	25
Gambar 3. 3 Diagram Alir IPAL.....	26
Gambar 3. 4 Unit Oil and Grease Trap.....	30
Gambar 3. 5 Unit Removal Deterjen.....	31
Gambar 3. 6 Unit Pemisah Logam Berat.....	32
Gambar 3. 7 Unit Saluran Screen.....	33
Gambar 3. 8 Unit Bak Ekualisasi.....	34
Gambar 3. 9 Unit Biofilter.....	35
Gambar 3. 10 Blower.....	35
Gambar 3. 11 Pewadahan Limbah Padat RSUD Indrasari.....	37
Gambar 3. 12 Tempat Penyimpanan Sementara B3.....	37
Gambar 3. 13 Unit Insinerator.....	37
Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian.....	41
Gambar 5. 1 Debit Aktual Air Limbah.....	52
Gambar 5. 2 Aliran IPAL Eksisting .....	65
Gambar 5. 3 Aliran IPAL Baru .....	65
Gambar 5. 4 Alternatif 1 Pengolahan Lumpur.....	65
Gambar 5. 5 Alternatif 2 Pengolahan Lumpur.....	66
Gambar 5. 6 Sketsa SDB .....	73
Gambar 5. 7 Komposter RSUD Indrasari.....	76
Gambar 5. 8 Limbah Medis Padat dalam Wadah .....	79
Gambar 5. 9 Residu Insinerator .....	85
Gambar 5. 10 TPS B3 RSUD Indrasari.....	87
Gambar 5. 11 Kondisi TPS B3 .....	88
Gambar 5. 12 Skema Pengelolaan L B3 Non Medis .....	95
Gambar 5. 13 Skema Pengelolaan L B3 Medis .....	95
Gambar 5. 14 Skema Pengelolaan L Tajam .....	95
Gambar 5. 15 Skema Baru Pengelolaan L B3 Non Medis.....	96
Gambar 5. 16 Skema Baru Pengelolaan L Infeksius .....	96
Gambar 5. 17 Skema Baru Pengelolaan L Tajam .....	96
Gambar 5. 18 Skema Baru Pengelolaan L Farmasi .....	97
Gambar 5. 19 Skema Baru Pengelolaan L Sitotoksis .....	97
Gambar 5. 20 Skema Baru Pengelolaan L Infeksius .....	97

Gambar 5. 21 Skema Baru Pengelolaan L Kimia B3 .....	98
Gambar 5. 22 Skema Baru Pengelolaan L Kaca .....	98

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Rumah sakit merupakan sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan kegiatan pelayanan kesehatan rujukan serta dapat berfungsi sebagai tempat pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian. Rumah sakit dalam melaksanakan fungsinya menghasilkan buangan yang berupa limbah, baik limbah padat, limbah cair, dan gas (Arfan *et al.*, 2012).

Limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, potensi dampak air limbah rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku (Depkes, 2004).

Rumah sakit memerlukan air bersih dalam jumlah besar antara 400-1200 L/hari/kamar dan menghasilkan air buangan yang mengandung mikroorganisme, logam berat, dan bahan kimia beracun (Gautam *et al.*, 2007). Air limbah yang dihasilkan dari rumah sakit mengandung bahan kimia, senyawa organik, dan kemungkinan mengandung senyawa patogen yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan pada manusia. Beberapa komponen air limbah rumah sakit mengandung bahan beracun yang diperkirakan bisa menyebabkan penyakit kanker (Jolibois dan Guerbert, 2005).

Rumah Sakit Umum Daerah Indrasari Rengat Kabupaten Indragiri Hulu yang selanjutnya disingkat dengan RSUD Indrasari Rengat adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan kegiatan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna dengan mengutamakan pengobatan dan pemulihan tanpa mengabaikan peningkatan kesehatan dan pencegahan penyakit yang dilaksanakan melalui penyediaan pelayanan rawat inap, rawat jalan, gawat darurat (emergensi) dan tindakan medik.

RSUD Indrasari Rengat merupakan rumah sakit tipe C dan mempunyai satu unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Dalam pelaksanaannya RSUD Indrasari Rengat menghasilkan limbah cair yang berasal limbah yang salah satunya adalah limbah cair yang berasal dari kegiatan klinis dan domestik. Limbah klinis akan masuk ke dalam pengolahan pendahuluan sebelum masuk ke dalam IPAL. Pengolahan pendahuluan berfungsi untuk mengurangi toksisitas dari kandungan limbah klinis. Selain itu, juga dihasilkan limbah medis padat yang akan diolah melalui pengolahan termal yaitu menggunakan insinerator dengan kapasitas 0,75 m<sup>3</sup>/jam.

Sejak IPAL dan insinerator di RSUD Indrasari Rengat dioperasikan, telah dilakukan sekali evaluasi untuk mengkaji kinerja unit IPAL saat dilakukan pengembangan rumah sakit. Dalam waktu dekat ini, tepatnya pada Bulan Mei 2018, akan dilaksanakan peningkatan tipe rumah sakit dari kelas C ke kelas B. Jumlah tempat tidur yang dimiliki oleh RSUD Indrasari Rengat saat ini adalah 120 buah, dan karena akan adanya peningkatan tipe, maka jumlah tempat tidur minimal yang diizinkan adalah 200 buah sehingga akan ada penambahan tempat tidur. Oleh karena itu dibutuhkan adanya evaluasi serta perencanaan pengembangan IPAL kembali untuk mengkaji kinerja unit IPAL agar kapasitas IPAL sesuai dengan kapasitas produksi limbah yang tentu saja akan semakin meningkat seiring penambahan jumlah tempat tidur. Selain itu, evaluasi juga berfungsi untuk menganalisis masalah apa saja yang ada pada pengelolaan limbah cair dan limbah medis padat. Dengan demikian diharapkan perencanaan ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan saran perbaikan kepada RSUD Indrasari Rengat terhadap peningkatan kinerja dari pengelolaan limbah cair maupun limbah medis padat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rendahnya efisiensi penyisihan dari parameter pencemar air limbah di dalam unit IPAL merupakan salah satu dari indikator dari kinerja IPAL yang belum maksimal. Belum lagi jika peningkatan tipe rumah sakit telah dilakukan, maka debit air limbah dan produksi limbah medis padat akan bertambah pula. Hal ini akan membahayakan bagi kesehatan karena sifatnya yang beracun. Namun, hal tersebut dapat diantisipasi dengan mengadakan evaluasi terhadap pengelolaan limbah cair maupun limbah medis padat.



### **1.3 Tujuan**

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi pengelolaan limbah cair dan medis padat di RSUD Indrasari Rengat dalam rangka peningkatan tipe rumah sakit.
2. Memberikan rekomendasi perencanaan pengelolaan limbah cair dan medis padat di RSUD Indrasari Rengat.

### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain:

1. Lokasi disesuaikan dengan tata letak bangunan di RSUD Indrasari Rengat.
2. Data sekunder meliputi data laporan kuantitas dan kualitas air limbah RSUD Indrasari Rengat.
3. Data primer meliputi uji parameter yaitu: BOD, COD, TSS, suhu, pH,  $\text{NH}_3$ , minyak dan lemak.
4. Objek yang dievaluasi adalah pengelolaan limbah cair dan limbah medis padat di RSUD Indrasari Rengat.
5. Perencanaan pengembangan IPAL meliputi: Perencanaan unit pengolahan lumpur dan perencanaan lain yang dibutuhkan pada IPAL dengan aspek yaitu teknis dan finansial.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kontribusi ilmiah terhadap peningkatan pengelolaan limbah cair dan limbah medis padat di RSUD Indrasari Rengat.
2. Memberikan informasi hasil evaluasi tentang efektivitas kinerja dari tiap unit IPAL RSUD dan pengelolaan limbah medis padat di Indrasari Rengat dalam rangka peningkatan tipe rumah sakit.
3. Memberikan saran perbaikan dan pengembangan pengelolaan limbah cair dan limbah medis padat di RSUD Indrasari Rengat

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Rumah Sakit**

Salah satu fasilitas umum yang bekerja secara berkelanjutan (kontinyu) adalah rumah sakit. Aktivitas yang ada di rumah sakit tidak pernah berhenti karena hampir setiap harinya masyarakat menggunakan fasilitas yang bergerak di bidang kesehatan ini. Rumah sakit pun tidak hanya terdiri dari satu jenis saja, dan beda jenis rumah sakit, beda pula intensitas aktivitasnya.

##### **2.1.1 Pengertian Rumah Sakit**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 56 Tahun 2014, rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Sementara, rumah sakit umum adalah rumah sakit yang memberikan pelayanan kesehatan pada semua bidang dan jenis penyakit.

##### **2.1.2 Klasifikasi Rumah Sakit**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 340 Tahun 2010 tentang Klasifikasi Rumah Sakit, rumah sakit umum dapat diklasifikasikan berdasarkan fasilitas dan kemampuan pelayanan menjadi:

1. Rumah Sakit Umum Kelas A  
Rumah sakit umum kelas A harus memiliki fasilitas dan kemampuan pelayanan medik paling sedikit 4 pelayanan medik spesialis dasar, 5 pelayanan spesialis penunjang medik, 12 pelayanan medik spesialis lain. Kemudian, jumlah tempat tidur minimal untuk rumah sakit kelas A adalah sebanyak 400 buah.
2. Rumah Sakit Umum Kelas B  
Rumah sakit umum kelas B harus memiliki fasilitas dan kemampuan pelayanan medik paling sedikit 4 pelayanan medik spesialis dasar, 4 pelayanan spesialis penunjang medik, 8 pelayanan medik spesialis lain, dan 2 pelayanan medik sub spesialis. Kemudian, jumlah tempat tidur

minimal untuk rumah sakit kelas B adalah sebanyak 200 buah.

3. Rumah Sakit Umum Kelas C  
Rumah sakit umum kelas C harus memiliki fasilitas dan kemampuan pelayanan medik paling sedikit 4 pelayanan medik spesialis dasar, dan 4 pelayanan spesialis penunjang medik. Kemudian, jumlah tempat tidur minimal untuk rumah sakit kelas C adalah sebanyak 100 buah.
4. Rumah Sakit Umum Kelas D  
Rumah sakit umum kelas D harus memiliki fasilitas dan kemampuan pelayanan medik paling sedikit 2 pelayanan medik spesialis dasar. Kemudian, jumlah tempat tidur minimal untuk rumah sakit kelas D adalah sebanyak 50 buah.

## **2.2 Air Limbah**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah memiliki definisi yaitu sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (domestik) maupun industri (industri). Menurut Qasim (1985), limbah domestik mengandung 99,9% air dan sisanya mengandung bahan organik tersuspensi dan terlarut serta anorganik terlarut. Karakteristik air limbah domestik terdiri dari karakteristik fisik, kimia, dan biologi.

### **2.2.1 Karakteristik Fisik**

- **Padatan Total**

Padatan total (*total solid*) adalah parameter fisik yang menyatakan kandungan bahan padatan dalam air limbah, baik padatan yang terapung, mudah mengendap, koloid atau tersuspensi, dan yang terlarut. Keberadaan padatan dalam air limbah berasal dari padatan pada sumber limbah yang dibawa oleh air limbah dan dinyatakan dalam satuan massa padatan per satuan volume air, misal mg/L, yang berarti massa sejumlah padatan (mg) dalam satu liter air (Masduqi dan Assomadi, 2016).

- **Temperatur**

Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air serta

peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen dalam air. Peningkatan suhu yang disertai peningkatan konsumsi oksigen, menyebabkan keberadaan oksigen tidak mencukupi kebutuhan organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi (Effendi, 2003).

## **2.2.2 Karakteristik Kimia**

- **Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam air limbah. Secara tidak langsung, BOD merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air (Davis dan Cornwell, 1991 dalam Effendi, 2003).

- **Chemical Oxygen Demand (COD)**

COD adalah jumlah oksigen ( $\text{mg O}_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 L sampel air, dimana pengoksidasi  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. Analisis COD berbeda dengan analisis BOD namun perbandingan antara angka COD dan angkat BOD dapat ditetapkan (Dwinovantyo, 2011).

- **Minyak dan Lemak**

Minyak dan lemak adalah salah satu contoh polutan yang dapat menyebabkan masalah lingkungan yang cukup parah. Konsentrasi minyak dan lemak yang tinggi di dalam saluran pembuangan dapat menyebabkan saluran pembuangan mengalami penyumbatan sehingga akan terjadi peluapan. Hal ini dapat mempengaruhi tidak hanya terhadap lingkungan tetapi juga mempengaruhi kesehatan (Hamid *et al.*, 2015). Menurut Jameel *et al.* (2011), minyak dan lemak merupakan sekelompok material terikat dan dapat diekstrak dengan pelarut

tertentu seperti heksana. Minyak dan lemak bersifat hidrofobik. Umumnya, fase minyak dan lemak tidak larut dalam fase air. Karakteristik kandungannya di dalam air limbah beragam.

- **pH**

Keasaman atau alkalinitas larutan dapat ditunjukkan dengan istilah pH atau derajat keasaman. Kontrol pH salah satu faktor penting dalam pengolahan air limbah (Alwan, 2008). Kadar asam dan basa yang terlalu tinggi dapat merusak fasilitas pengumpulan dan pengolahan air limbah serta mencegah proses pengolahan biologis. Rentang pH untuk proses pengolahan air limbah domestik, rumah sakit, dan lain-lain adalah 7,73 – 8 (El Gawad dan Aly, 2011).

- **NH<sub>3</sub>**

Menurut Luo *et al.* (2015), air limbah yang mengandung NH<sub>3</sub> akan membuat sulitnya terjadi nitrifikasi alami, kemudian menyebabkan turunnya daya purifikasi alami dari air, dan sangat merugikan lingkungan. Selain itu NH<sub>3</sub> dapat menyebabkan terhalangnya transfer oksigen pada insang ikan apabila dikonsumsi.

### **2.2.3 Karakteristik Biologi**

Karakteristik biologi dapat dilihat dari polutan mikrobiologi yang terdapat dalam air antara lain adalah bakteri koliform. Bakteri koliform secara alami berasal dari tanah, tanaman, dan dari buangan manusia dan hewan berdarah panas lainnya. Bakteri ini dijadikan sebagai indikator keberadaan bakteri patogen, virus, dan parasit yang berasal dari limbah domestik, buangan hewan, atau tanaman dan tanah (Masduqi dan Assomadi, 2016). *Escherichia coli* berada secara eksklusif di dalam feses manusia. Jika ditemukan di dalam makanan atau air, menunjukkan adanya kontaminasi dan kemungkinan adanya virus atau bakteri parasite di dalamnya (Morel dan Diener, 2006).

### **2.3 Limbah Cair Rumah Sakit**

Rumah sakit menghasilkan berbagai macam limbah berbahaya yang perlu mendapat perhatian khusus dalam pengolahannya karena dikhawatirkan akan berdampak buruk

terhadap para pekerja rumah sakit yang pada gilirannya akan mengganggu kehidupan masyarakat sekitar rumah sakit (Arsad *et al.*, 2014).

### 2.3.1 Regulasi Limbah Cair Rumah Sakit

Regulasi mengenai baku mutu limbah cair yang dihasilkan dari rumah sakit diatur dalam Permen LH No. 5 Tahun 2014 lampiran XLIV tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Di dalam peraturan ini disebutkan bahwa setiap penanggung jawab atau pengelola rumah sakit wajib untuk melakukan pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan sehingga mutu limbah cair yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu yang diizinkan.

**Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>A Fisika</b>			
1	Suhu	°C	38
2	TSS	mg/L	200
3	TDS	mg/L	2000
<b>B Kimia</b>			
1	pH	-	6-9
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	50
3	COD	mg/L	80
4	NH <sub>3</sub>	mg/L	10
5	Minyak dan lemak	mg/L	10
<b>C Biologi</b>			
1	Total Coliform	MPN/100 ml	5000

Sumber: Permen LH No. 5 Tahun 2014

Kemudian pihak rumah sakit wajib menyampaikan laporan tentang catatan debit harian dan kadar parameter baku mutu limbah cair sekurang-kurangnya tiga bulan sekali kepada

Gubernur dengan tembusan Menteri, Kepala Bapedal, Direktur Jenderal Badan Tenaga Atom Nasional, instansi teknis yang membidangi rumah sakit serta instansi lain yang dianggap perlu sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

### **2.3.2 Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit**

Limbah cair rumah sakit merupakan air limbah yang dihasilkan dari pelaksanaan kegiatan klinis seperti hasil pencucian alat-alat medis maupun nonmedis serta kegiatan lainnya. Limbah cair yang dihasilkan terdiri atas limbah cair infeksius dan limbah cair non infeksius (Nurdijanto *et al.*, 2011). Limbah cair rumah sakit banyak mengandung BOD, COD, amonia bebas, TSS, fenol, posfat, dan klorin bebas. Untuk setiap tipe rumah sakit, menghasilkan konsentrasi parameter pencemar yang berbeda-beda (Prayitno *et al.*, 2013).

## **2.4 Unit Pengolahan Air Limbah**

Target utama dalam pengolahan air limbah yaitu untuk mengolah bahan organik, partikel tercampur, serta membunuh mikroorganisme patogen. Pemilihan proses dan pengombinasian proses yang digunakan dalam pengolahan limbah didasarkan pada banyak pertimbangan diantaranya seperti karakteristik air limbah yang akan diolah, kualitas effluent yang diperlukan, serta biaya dan lahan yang tersedia.

### **2.4.1 Bak Ekualisasi**

Menurut Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, untuk proses pengolahan air limbah rumah sakit atau layanan kesehatan, jumlah air limbah maupun konsentrasi polutan organik sangat berfluktuasi. Hal ini dapat menyebabkan proses pengolahan air limbah tidak dapat berjalan dengan sempurna. Untuk mengatasi hal tersebut yang paling mudah adalah dengan melengkapi unit bak ekualisasi.

Bak ekualisasi pada umumnya berbentuk segi empat dan melingkar. Pada unit ini, pengendapan secara gravitasi dan tidak ada penambahan bahan kimia. Bak ini digunakan untuk mengatasi adanya masalah operasional, adanya variasi debit, dan menangani adanya masalah penanganan kualitas limbah cair yang akan masuk ke unit-unit pengolahan limbah (Saraswati, 2000).



Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, waktu detensi untuk bak ekualisasi adalah 6-8 jam.

Adapun kriteria desain untuk bak ekualisasi dapat dilihat pada Tabel 2.2.

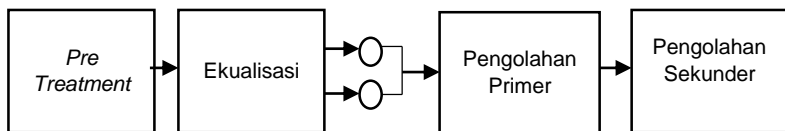
**Tabel 2. 2 Kriteria Desain Bak Ekualisasi**

No	Parameter Kerja	Kriteria Desain
1	Kedalaman	1,5 m – 2 m
2	Jangkauan <i>mixer</i>	1/2 – 2/3 dari kedalaman
3	Kecepatan gradien rata-rata	25-250 /s
4	<i>Dynamic Viscosity</i> suhu 30°C	$0,798 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$

Sumber: Metcalf dan Eddy, 2003

#### 1) Tipe Bak Ekualisasi

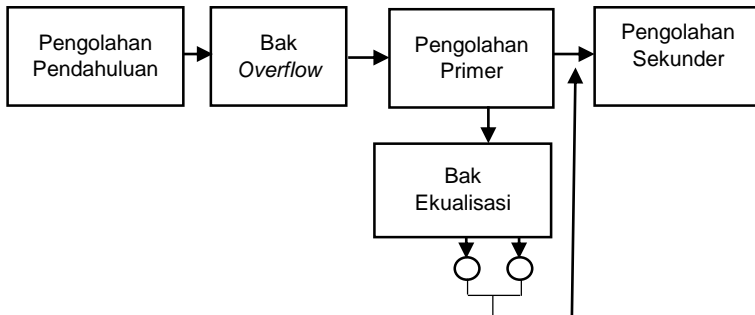
Bak ekualisasi terdapat dua jenis. Jenis pertama yaitu *In-Line Equalization* dimana seluruh air buangan yang akan diolah, dipompa dengan aliran konstan menuju ke bagian selanjutnya dari proses pengolahan (Metcalf dan Eddy, 2003). Skema bak ekualisasi tipe *in line* ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2. 1 Skema Bak Ekualisasi Tipe In Line**

(Sumber: Metcalf dan Eddy, 2003)

Kemudian untuk bak ekualisasi tipe *Off-Line Equalization*, aliran buangan (rata-rata) berasal dari *overflow* pada saat jam puncak. Selanjutnya, air buangan dari bak ekualisasi akan dipompakan menuju ke bagian pengolahan IPAL (Metcalf dan Eddy, 2003). Skema bak ekualisasi tipe *off-line* ini dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2. 2 Skema Bak Ekualisasi Tipe Off Line**

(Sumber: Metcalf dan Eddy, 2003)

## 2) Perhitungan Bak Ekualisasi

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, untuk menentukan kebutuhan volume bagi bak ekualisasi, perlu diketahui dahulu *flow pattern* dari aliran limbah yang ada, pada umumnya sangatlah jarang dan langka aliran limbah yang konstan dari waktu ke waktu. Karena jika discharge dan bebannya sudah konstan maka tidaklah perlu dibuat bak ekualisasi. Untuk mendapatkan data flow pattern perlu dilakukan pengukuran debit limbah secara periodik (misalnya setiap 30 menit atau setiap jam) dalam kurun waktu tertentu, tergantung pada proses yang ada (24 jam, 1 minggu, 1 bulan dan sebagainya) artinya adalah terdapat siklus proses yang selesai dalam 1 hari dan diulang ulang lagi proses tersebut pada hari berikutnya.

Untuk kasus tersebut pengukuran debit limbah cukup dilakukan selama 24 jam, tetapi ada kasus lain dimana siklus proses memakan waktu sampai beberapa hari, artinya proses hari ini berbeda dengan proses esok harinya dan berbeda juga pada hari lusa dan seterusnya, sehingga pada kasus ini perlu diamati terus minimal selama satu siklus. Kemudian, untuk menghitung volume bak, digunakan rumus:

$$V = Q \times Td \quad (2.1)$$

Dimana:

V = Volume (m<sup>3</sup>)

Td = Waktu detensi (jam)

Q = Debit (m<sup>3</sup>/jam)

#### 2.4.2 Biofilter

Biofilter merupakan pengolahan biologis menggunakan sistem *attached growth*. Sistem ini digunakan untuk mendegradasi zat pencemar yang masuk ke dalam lapisan biofilm yang terbentuk pada permukaan media. Pengolahan menggunakan biofilter merupakan pengolahan yang sangat mudah dan sangat murah dari segi operasional. Biofilter dapat digunakan untuk mereduksi beban BOD yang cukup tinggi pada air limbah dan dapat pula menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik (Wijeyekoon *et al.*, 2000).

##### 1) Tipe Biofilter

Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang telah diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakkan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Biofilter dapat dibedakan menjadi biofilter aerobik dan biofilter anaerobik. Pada biofilter aerobik, terdapat suplai oksigen untuk proses aerasi yang dapat diperoleh dengan mengalirkan udara melalui pipa yang dapat diperoleh melalui pipa yang berasal dari *blower*.

Biofilter yang baik adalah menggunakan prinsip biofiltrasi yang memiliki struktur menyerupai saringan dan tersusun dari tumpukan media penyangga yang disusun baik secara teratur maupun acak di dalam suatu biofilter. Adapun fungsi dari media penyangga yaitu sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya bakteri yang akan melapisi permukaan media membentuk lapisan massa yang tipis (biofilm) (Herlambang dan Marsidi, 2003). Tabel 2.3 menunjukkan kriteria desain untuk unit biofilter aerob.

**Tabel 2. 3 Kriteria Desain untuk Biofilter Aerobik**

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	<i>Organic loading rate</i> (OLR)	kg/m <sup>3</sup> .hari	0,5-4
2	<i>Hydraulic loading rate</i> (HLR)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .jam	1-5
3	Waktu tinggal (td)	Jam	6-8

Sumber: Said (2002)

## 2) Proses Pengolahan Biofilter Aerob

Prinsip kerja dari Instalasi Pengolahan Air Limbah Biofilter Aerob Anaerob menurut Retno (2014) adalah sebagai berikut:

1. Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik, seluruhnya dialirkan ke bak pemisah lemak atau minyak. Bak pemisah lemak tersebut berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang berasal dari kegiatan dapur, serta untuk mendapatkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tak dapat terurai secara biologis.
2. Selanjutnya limpasan dari bak pemisah lemak dialirkan masuk ke bak pengendap awal untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, bak ini juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, *sludge digestion* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.
3. Air limbah dialirkan ke bak kontaktor aerob yang berfungsi menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah. Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikroorganisme diendapkan dan sebagian air dipompa kembali ke bagian bak pengendap awal dengan pompa sirkulasi lumpur.
4. Sedangkan air limpasan (*outlet/overflow*) sebagian dialirkan ke bak yang diisi ikan dan sebagian lagi dialirkan ke bak kholirinasi/kontaktor khlor. Di dalam bak kontaktor khlor ini, air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Penambahan khlor bisa dilakukan dengan menggunakan khlor tablet atau dengan larutan kaporit yang disuplai melalui pompa. Air olahan, yakni air yang

keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum.

### 3) Rumus Perhitungan Biofilter

- *Organic Loading Rate (OLR)*

Menurut Metcalf dan Eddy (2003), penentuan OLR pada air limbah dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$OLR = \frac{Q \times So}{V} \quad (2.2)$$

Dimana:

OLR : *Organic loading rate* (kg/m<sup>3</sup>.hari)

Q : Debit influen (m<sup>3</sup>/hari)

So : Influen BOD<sub>5</sub> (mg/L)

V : Volume media biofilter (m<sup>3</sup>)

- Waktu Detensi

Waktu detensi merupakan waktu tinggal air limbah di dalam reaktor dengan satuan waktu. Pada pengolahan air limbah menurut Metcalf dan Eddy (2003), dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$td = \frac{V}{Q} \quad (2.3)$$

Dimana:

td : Waktu detensi (hari)

Q : Debit influen (m<sup>3</sup>/hari)

V : Volume biofilter (m<sup>3</sup>)

- *Hydraulic Loading Rate (HLR)*

Pada pengolahan air limbah menurut Metcalf dan Eddy (2003), dapat dihitung HLR berdasarkan rumus berikut:

$$HLR = \frac{Q}{A} \quad (2.4)$$

Dimana:

HLR : *Hydraulic Loading Rate* (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari)

Q : Debit influen (m<sup>3</sup>/hari)

A : Luas permukaan reaktor biologis (m<sup>2</sup>)

- Produksi Lumpur

Menurut Metcalf dan Eddy (2003), produksi lumpur dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$P_x = \frac{Y_{obs} \times Q \times (S_o - S_e)}{1000} \quad (2.5)$$

Dimana:

$P_x$  : Produksi lumpur (kg/hari)  
 $S_o$  : Konsentrasi influen  $BOD_5$  (mg/L)  
 $S_e$  : Konsentrasi effluen  $BOD_5$  (mg/L)  
 $Q$  : Debit influen ( $m^3$ /hari)  
 $Y_{obs}$  : Koefisien *yield* observasi

- Kebutuhan Oksigen

Dalam mendegradasi polutan, mikroorganisme membutuhkan oksigen terlarut yang menurut Metcalf dan Eddy (2003), dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$kg\ O_2 = \frac{Q \times (S_o - S_e)}{1000 \times f} - 1,42 P_x \quad (2.6)$$

Dimana:

$P_x$  : Produksi lumpur (kg/hari)  
 $S_o$  : Konsentrasi influen  $BOD_5$  (mg/L)  
 $S_e$  : Konsentrasi effluen  $BOD_5$  (mg/L)  
 $Q$  : Debit influen ( $m^3$ /hari)  
 $f$  : Faktor konversi  $BOD_5$  ke  $BOD_{ultimate}$   
 (0,68)

### 2.4.3 Sludge Drying Bed

Menurut Metcalf dan Eddy (2003), *Sludge Drying Bed* (SDB) adalah unit yang secara umum digunakan untuk menghilangkan kandungan air dari lumpur. Jenis unit SDB yang sering digunakan pada umumnya adalah SDB tipe konvensional untuk wilayah perencanaan dengan kepadatan rendah hingga normal. Lumpur dihamparkan pada bed dengan ketinggian rencana antara 200-300 mm. Semakin tebal lapisan lumpur, waktu pengeringan semakin lama apalagi ke dalam bak pengering lumpur yang sudah terisi lumpur masih dimasukkan lagi lumpur yang baru. Keadaan cuaca juga sangat mempengaruhi lamanya waktu pengeringan lumpur. Kelebihan serta kekurangan dari penggunaan unit SDB dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2. 4 Kelebihan dan Kekurangan SDB**

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Biaya konstruksi dan operasi tergolong murah	Membutuhkan lahan yang besar
2	Pengoperasian sederhana dan tidak membutuhkan operator handal	Kondisi cuaca sangat mempengaruhi kinerja
3	Lumpur yang dihasilkan mengandung padatan yang tinggi	Berpotensi tinggi untuk menimbulkan bau
4		Dapat memicu datangnya serangga

Sumber: Metcalf dan Eddy (2003)

Lumpur yang dihasilkan dari SDB dapat dimanfaatkan sebagai kompos. Untuk mendapatkan kompos dengan kualitas yang baik, dibutuhkan pencampuran antara serbuk gergaji, lumpur SDB, dan kotoran sapi dengan perbandingan 25:50:25. Dari hasil penelitian, akan didapatkan kompos dengan kandungan N, P, dan K yang tinggi. Penambahan kompos dan serbuk gergaji meningkatkan kandungan Kalium di dalam kompos (Rahmiasari, 2006).

## **2.5 Limbah Medis padat**

Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2006), dalam melakukan fungsinya rumah sakit menghasilkan berbagai buangan dan sebagian dari limbah tersebut merupakan limbah yang berbahaya. Kemudian, menurut Permen LHK No 56 Tahun 2016, limbah layanan kesehatan tersebut dapat dibedakan berdasarkan karakteristik sampah yaitu:

- Limbah infeksius adalah limbah yang terkontaminasi organisme patogen yang tidak secara rutin ada di lingkungan dan organisme tersebut dalam jumlah dan virulensi yang cukup untuk menularkan penyakit pada manusia rentan.
- Limbah patologis adalah limbah berupa buangan selama kegiatan operasi, otopsi, dan/atau prosedur medis lainnya termasuk jaringan, organ, bagian tubuh, cairan tubuh, dan/atau spesimen beserta kemasannya.

- Limbah sitotoksik adalah limbah dari bahan yang terkontaminasi dari persiapan dan pemberian obat sitotoksik untuk kemoterapi kanker yang mempunyai kemampuan untuk membunuh dan/atau menghambat pertumbuhan sel hidup.

Jumlah dan timbulan limbah medis padat yang dihasilkan oleh rumah sakit tergantung pada berbagai faktor seperti jumlah tempat tidur rumah sakit, jenis pelayanan kesehatan yang diberikan, dan daerah dimana rumah sakit itu berada (Askarin *et al.*, 2004).

## **2.6 Pengelolaan Limbah Medis padat**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 101 Tahun 2014, pengelolaan limbah B3 adalah kegiatan yang meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan. Menurut Chartier *et al.* (2005), beberapa bagian penting dalam pengelolaan limbah rumah sakit yaitu minimasi limbah, pelabelan dan pengemasan, transportasi, penyimpanan, pengolahan dan pembuangan limbah. Proses pengelolaan ini harus menggunakan cara yang benar serta memperhatikan aspek kesehatan, ekonomis, dan pelestarian lingkungan.

### **2.6.1 Pemilahan dan Pewadahan**

Untuk memudahkan pengenalan jenis limbah adalah dengan cara menggunakan kantong berkode (umumnya dengan kode berwarna). Kode berwarna yaitu:

1. Kantong warna hitam untuk limbah domestik atau limbah rumah tangga biasa,
2. Kantong kuning untuk semua jenis limbah yang akan dibakar (limbah infeksius),
3. Kuning dengan strip hitam untuk jenis limbah yang sebaiknya dibakar tetapi bisa juga dibuang ke *sanitary landfill* bila dilakukan pengumpulan terpisah dan pengaturan pembuangan,
4. Kantong biru muda atau transparan dengan strip biru tua untuk limbah *autoclaving* (pengolahan sejenis) sebelum pembuangan akhir (Adisasmito, 2009).

Menurut Permen LHK No 56 Tahun 2016, pewadahan seharusnya dilakukan dengan memisahkan limbah sesuai dengan karakteristik, jenis, dan kelompoknya. Pewadahan limbah medis



sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Pemerintah No. 101 tahun 2014, adalah dilakukan dengan menggunakan kemasan yang:

- Terbuat dari bahan yang dapat mengemas limbah medis sesuai dengan karakteristik limbah medis yang akan disimpan.
- Mampu mengungkung limbah medis untuk tetap berada dalam kemasan.
- Memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, atau pengangkutan.
- Berada dalam kondisi baik, tidak bocor, tidak berkarat, atau tidak rusak.

### **2.6.2 Pengumpulan dan Penyimpanan**

Pengumpulan limbah medis di rumah sakit harus melalui jalur khusus dan saat volume limbah dalam kantong plastik sudah sekitar  $\frac{3}{4}$  dari volume plastik, maka limbah tersebut harus diangkut dan jangan sampai berlebihan agar plastik dapat diikat dengan rapi lalu diangkut dengan troli tertutup (Tsakona, 2006). Menurut Permenkes No. 1204 Tahun 2004, penyimpanan limbah medis padat harus sesuai musim yaitu selambat-lambatnya 48 jam saat musim hujan dan 24 jam ketika musim kemarau.

Menurut Reinhardt dan Gordon (1991), limbah medis padat selanjutnya disimpan pada tempat penampungan sementara yang harus memiliki lantai yang kokoh dengan dilengkapi drainase yang baik dan mudah dibersihkan serta didesinfeksi. Selain itu tidak boleh berada dekat dengan dapur. Harus ada pencahayaan yang baik serta kemudahan akses.

Beberapa faktor penting dalam penyimpanan:

- Melengkapi tempat penyimpanan dengan cover atau penutup.
- Menjaga agar areal penyimpanan limbah medis tidak tercampur dengan limbah nonmedis.
- Membatasi akses sehingga hanya orang tertentu yang dapat memasuki area.
- Labeling dan pemilihan tempat penyimpanan yang tepat.

### 2.6.3 Pengolahan Limbah Medis Padat

Menurut Permenkes No. 1204 Tahun 2004, limbah medis padat tidak diperbolehkan untuk dibuang langsung ke tempat pembuangan akhir limbah domestik sebelum aman bagi kesehatan. Cara dan teknologi pengolahan atau pemusnahan limbah medis padat disesuaikan dengan kemampuan rumah sakit dan jenis limbah medis padat yang ada. Alternatif yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan teknik insinerasi.

Menurut Trihadiningrum (2000), insinerasi adalah pembakaran pada suhu tinggi dengan suplai udara yang mencukupi dan merupakan cara yang aman untuk memusnahkan limbah B3 yang bersifat infeksius. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 56 tahun 2015, persyaratan peralatan Pengelolaan Limbah B3 untuk kegiatan Pengolahan Limbah B3 menggunakan incinerator oleh Penghasil Limbah B3 harus memenuhi ketentuan:

- Efisiensi pembakaran sekurang-kurangnya 99,95%.
- Temperatur pada ruang bakar utama sekurang-kurangnya 800°C.
- Temperatur pada ruang bakar kedua paling rendah 1.000°C dengan waktu tinggal paling singkat 2 (dua) detik.
- Memiliki alat pengendalian pencemaran udara berupa *wet scrubber* atau sejenis.
- Ketinggian cerobong paling rendah 14 m (empat belas meter) terhitung dari permukaan tanah atau 1,5 (satu koma lima) kali bangunan tertinggi, jika terdapat bangunan yang memiliki ketinggian lebih dari 14 m (empat belas meter) dalam radius 50 m (lima puluh meter) dari insinerator.
- Memiliki cerobong yang dilengkapi dengan lubang pengambilan contoh uji emisi yang memenuhi kaidah 8De/2De dan Fasilitas pendukung untuk pengambilan contoh uji emisi antara lain berupa tangga dan platform pengambilan contoh uji yang dilengkapi pengamanan.

## **BAB III**

### **GAMBARAN UMUM RSUD INDRASARI**

#### **3.1 Gambaran Wilayah**

Wilayah Kabupaten Indragiri Hulu terletak di bagian selatan Provinsi Riau yang secara geografis terletak pada posisi 00° 03'00" Lintang Utara - 01° 07' 45" Lintang Selatan dan 101° 46' 22" - 102° 42' 23" Bujur Timur. Luas wilayah Kabupaten Indragiri Hulu lebih kurang 8.198,26 Km<sup>2</sup> atau 819.826 Ha dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara dengan Kabupaten Pelalawan
- Sebelah Selatan dengan Kabupaten Bungo Tebo (Provinsi Jambi)
- Sebelah Barat dengan Kabupaten Kuantan Singingi
- Sebelah Timur dengan Kabupaten Indragiri Hilir

Letak Kabupaten Indragiri Hulu yang dekat dengan Pantai Timur Pulau Sumatera dan berada pada bagian hilir dari alur Sungai Indragiri menyebabkan wilayah Kabupaten Indragiri Hulu pada umumnya merupakan wilayah dataran rendah dengan ketinggian berkisar antara 5 sampai dengan 400 meter dari permukaan laut. Bagian yang terluas dari dataran rendah terletak pada ketinggian 25 sampai dengan 100 meter di atas permukaan laut yang sebagian besar ditutupi oleh hutan dan tanah gambut. Struktur topografi Kabupaten Indragiri Hulu kawasan selatan dan barat pada umumnya merupakan perbukitan rendah, sedangkan kawasan utara dan timur merupakan daratan rendah yang umumnya berupa rawa bergambut. Topografi wilayah tersebut turut mempengaruhi kondisi suhu dan tingkat kelembapan udara yang terjadi. Pada tahun 2008 Suhu udara maksimum yaitu 33,1 °C, dan minimum berkisar pada 22 °C, dengan tingkat kelembapan udara rata-rata 85 °C.

#### **3.2 Gambaran RSUD Indrasari**

Rumah Sakit Umum Daerah Indrasari Rengat sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 194 / Menkes / SK / II / 1993 tertanggal 26 Februari 1993 merupakan Rumah sakit pemerintah Tipe C yang berada dalam wilayah Pemerintah Daerah Indragiri Hulu Provinsi Riau. Rumah sakit ini memiliki luas lahan sebesar 42.606 m<sup>2</sup> dengan luas

bangunan sebesar 10.283 m<sup>2</sup> dan terletak pada elevasi 32 – 39 meter di atas permukaan laut.

Sebagaimana rumah sakit pemerintah lainnya, Rumah Sakit Umum Daerah Indrasari Rengat juga diharapkan mampu memberikan pelayanan kesehatan kepada pasien khususnya masyarakat Kabupaten Indragiri Hulu dan sekitarnya secara menyeluruh mencakup upaya peningkatan kesehatan (promotif), upaya pencegahan penyakit (preventif), upaya pemulihan kesehatan (rehabilitatif) dengan terpadu, merata dan berkesinambungan. Upaya pelayanan kesehatan di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Indrasari Rengat Kabupaten Indragiri Hulu ini ditujukan kepada semua lapisan masyarakat yang memang membutuhkan jasa pelayanan kesehatan baik pasien umum, pasien yang memakai asuransi kesehatan maupun pasien tidak mampu (pasien miskin).

Jenis pelayanan kesehatan yang dilakukan di Rumah Sakit ini adalah:

- a. Pelayanan Gawat Darurat 24 jam (*Emergency*) dengan layanan Dokter dan perawat jaga 24 jam.
- b. Pelayanan Berobat Jalan yang terdiri dari layanan Poliklinik Umum, Poliklinik Gigi dan Poloklinik Spesialis yang terdiri dari Spesialis Bedah, Mata, Anak, Kandungan dan Kebidanan, THT, serta Penyakit Dalam.
- c. Pelayanan Operasi 24 jam (*Operating theatre*) dengan layanan operasi yang terencana (elektif) maupun gawat darurat (*Cyto*) untuk jenis operasi Kebidanan, Bedah, Mata, THT dengan klarifikasi tindakan khusus, canggih, sedang dan kecil.
- d. Pelayanan Rawat Inap yang terdiri dari Instalasi Rawat Inap (IRNA) Bedah, IRNA Penyakit Dalam, IRNA Anak, IRNA Kebidanan, IRNA Umum, dan VIP serta Pelayanan perawatan intensif / *Intensive Care Unit* (ICU).
- e. Pelayanan Rontgen (*Radiodiagnostik*).
- f. Pelayanan Laboratorium transfusi darah 24 jam.
- g. Pelayanan Farmasi, Instalasi Farmasi melayani resep-resep dari pasien rawat inap dan rawat jalan, dan juga menyediakan bahan habis pakai dilingkungan RSUD indrasari Rengat.
- h. Pelayanan Gizi.
- i. Pelayanan Catatan Medik / Rekam Medik.

- j. Pelayanan Pemeriksaan Kesehatan / *Medical check up*.
- k. Pelayanan *Ambulance* yaitu pelayanan sewa *ambulance* dan perawat pendamping bagi pasien yang memerlukannya baik untuk kepentingan rujukan maupun pasien meninggal.
- l. Pelayanan Kamar Jenazah.

Sedangkan di Irna Anak RSUD Indrasari, melayani pasien rawat inap, bayi (perinatal) dan anak-anak (<14 th). Perawat Irna Anak sebanyak 22 orang yang terdiri dari 1 Kepala Ruangan, 2 Ka TIM (1 Ka TIM A dan 1 Ka TIM B), 14 perawat pelaksana dan 5 bidan pelaksana, bekerja melayani pasien 24 jam dengan 3 kali jadwal dinas (Pagi, Sore, dan Malam) secara bergantian. Lokasi RSUD Indrasari dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1 Lokasi Rumah Sakit Indrasari Rengat**

Pada Bulan Mei 2018, RSUD Indrasari akan mengalami kenaikan tipe menjadi B. Berdasarkan surat permintaan penambahan bed yang telah didisposisikan kepada Pemerintah Daerah, akan ada beberapa perubahan yang terjadi. Untuk penambahan bed, akan ditambahkan sebanyak 80 buah secara berangsur-angsur. Adapun kuota yang diberikan dalam penambahan bed adalah 43 bed untuk IRNA Umum (VIP dan UGD), 15 bed untuk IRNA Bedah, 9 bed untuk IRNA Anak, dan 13 bed kondisional. Persebaran bed dapat dilihat di Tabel 3.1.

**Tabel 3. 1 Persebaran Bed RSUD Indrasari**

No	Jenis IRNA	Jumlah Bed Awal	Jumlah Bed Akhir
1	IRNA Umum	48	91
2	IRNA Bedah	8	23
3	IRNA Anak	22	31
4	IRNA Penyakit Dalam	18	18
5	IRNA Kebidanan	24	24
6	Kondisional	-	13
<b>Total</b>		<b>120</b>	<b>200</b>

### 3.3 Pemanfaatan Air Bersih

Air bersih untuk kebutuhan RSUD Indrasari Rengat dipasang dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), ketersediaannya cukup memadai sehingga sumber air tanah yang menjadi cadangan hampir tidak pernah dipakai. Kebutuhan air disediakan untuk dapat memenuhi berbagai kebutuhan/aktivitas di rumah sakit dengan kebutuhan rata-rata sebesar 60,13 m<sup>3</sup>/hari. Kebutuhan air bersih pada instalasi rawat inap dihitung menggunakan indeks kebutuhan per tempat tidur per hari yaitu sebesar 500 Liter dengan jumlah tempat tidur sebanyak 120 buah. Rincian pemanfaatan air bersih dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3. 2 Pemanfaatan Air Bersih RSUD Indrasari**

No	Aktivitas	Kebutuhan (m <sup>3</sup> /hari)	Habis Terpakai (m <sup>3</sup> /hari)	Produksi Air Limbah (m <sup>3</sup> /hari)
1	Instalasi rawat jalan	0,11	0,02	0,09
2	Instalasi rawat inap	41,40	8,28	33,12
3	IGD	0,05	0,01	0,04
4	Kantor/administrasi	15,65	3,13	12,52
5	Kantin	0,57	0,11	0,46
6	Dapur/gizi	0,71	1,14	0,56
7	Laundry	1,41	0,28	1,13
8	Toilet umum	0,11	0,02	0,09
9	Musholah	0,11	0,02	0,09
<b>Jumlah</b>		<b>60,13</b>	<b>12,03</b>	<b>48,10</b>

Air Limbah = 80% x kebutuhan

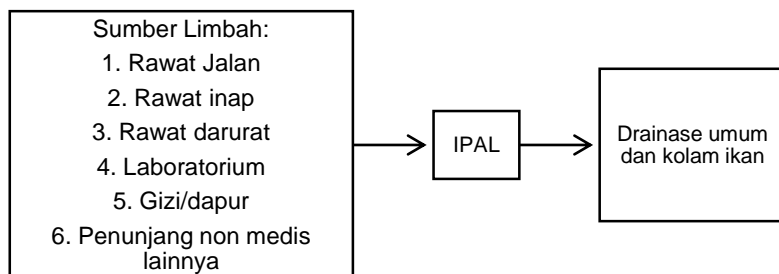
Terpakai = 20% x kebutuhan

Sumber: Dokumen UKL-UPL RSUD Indrasari (2016)

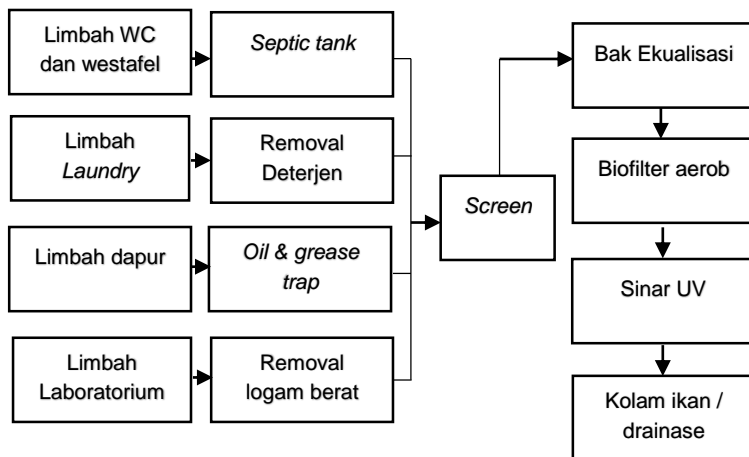
### 3.4 Gambaran IPAL RSUD Indrasari

RSUD Indrasari Rengat dalam pelaksanaannya menghasilkan limbah yang salah satunya adalah limbah cair. Limbah cair dibagi menjadi dua yaitu limbah cair medis dan limbah cair non medis/domestik. Adapun limbah cair medis berasal dari kegiatan pengobatan atau perawatan pasien, seperti bekas darah atau bekas cuci tangan dokter dan perawat. Limbah cair medis yang dihasilkan rata-rata sebesar 33,12 m<sup>3</sup>/hari.

Untuk limbah cair non medis/domestik yang berasal dari aktivitas karyawan administrasi/kantor, *laundry*, toilet umum, dan musholah rata-rata dihasilkan sebesar 13,83 m<sup>3</sup>/hari. Pada aktivitas kantin dan dapur/gizi, dihasilkan sebesar 1,02 m<sup>3</sup>/hari. Limbah cair yang berasal dari dapur/gizi dan kantin ini akan disalurkan ke unit perangkap kandungan minyak/lemak (*oil and grease trap*) terlebih dahulu sebelum disalurkan ke IPAL. Sedangkan limbah tinja dan urin disalurkan ke dalam *septic tank*. Total rata-rata limbah cair yang akan dihasilkan adalah sebesar 48,10 m<sup>3</sup>/hari dan akan disalurkan ke dalam unit IPAL dengan kapasitas sebesar 120 m<sup>3</sup>/hari. Setelah diolah di unit IPAL, effluen akan dibuang ke drainase umum di Jalan Lintas Timur dan sebagian digunakan untuk mengairi taman. Diagram alir sumber air dan diagram alir IPAL dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



**Gambar 3. 2 Diagram Alir Sumber Air Limbah Rumah Sakit**



**Gambar 3. 3 Diagram Alir IPAL**

#### **3.4.1 Kualitas Influen dan Efluen**

Pelaporan kualitas air limbah RSUD Indrasari mengacu pada regulasi limbah cair rumah sakit yang diatur pada Permen LH No 5 Tahun 2014 tentang pelaporan kualitas air limbah rumah sakit. RSUD Indrasari melakukan pengecekan kualitas air limbah yang dihasilkan (influen) dan kualitas air limbah yang sudah diolah di IPAL (effluen) setiap 3 bulan sekali untuk dilaporkan kepada pihak provinsi dengan tembusan menteri. Influen air limbah diambil dari unit bak ekualisasi. Sedangkan untuk effluen air limbah, diambil dari titik sampling outlet. Parameter yang diuji juga mengacu pada Permen LH No 5 Tahun 2014 dengan jumlah sebanyak 9 parameter uji.

Kualitas influen dan effluen air limbah didapatkan dari data sekunder yaitu hasil pelaporan kualitas air limbah pada periode Oktober 2016, Desember 2016, dan Januari 2017. Dalam mengukur kualitas air limbah ini, RSUD Indrasari bekerja sama dengan Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan di Kota Pekanbaru. Biasanya, hasil uji kualitas air limbah dapat dikeluarkan dari laboratorium satu minggu setelah pengambilan sampel. Hasil uji kualitas air influen dapat dilihat pada Tabel 3.3.



**Tabel 3. 3 Kualitas Influen IPAL Rumah Sakit**

No	Parameter	Satuan	Oktober 2016	Hasil Uji Desember 2016	Januari 2017	Baku Mutu
<b>A Fisika</b>						
1	Suhu	C	29	28	29	38
2	TSS	mg/L	221	243	213	200
3	TDS	mg/L	441	413	550	2000
<b>B Kimia</b>						
1	pH	-	7.44	7.2	6.9	6-9
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	98	129	90	50
3	COD	mg/L	112	151	134	80
4	NH <sub>3</sub>	mg/L	11	29	20	10
5	Minyak dan lemak	mg/L	22.5	21	19	10
<b>C Biologi</b>						
1	Total Coliform	MPN/100 ml	20000	5121	5119	5000

Sumber: Laporan Bulanan RSUD Indrasari

Berdasarkan data pelaporan kualitas influen air limbah di RSUD Indrasari di atas, dapat dilihat bahwa parameter yang memenuhi baku mutu hanyalah suhu, pH, dan TDS. Sedangkan untuk parameter pencemar lainnya tidak memenuhi baku mutu. Apabila air limbah yang parameter pencemarnya belum memenuhi baku mutu yang diizinkan dibuang ke lingkungan langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu, akan sangat berbahaya bagi lingkungan itu sendiri. Karena itulah, air limbah RSUD Indrasari harus diolah terlebih dahulu di unit IPAL.

Proses yang terjadi dalam serangkaian unit IPAL akan menurunkan kadar pencemar yang terdapat di dalam air limbah. Nantinya, air limbah dapat dibuang ke lingkungan dan tidak beresiko untuk mencemari. Di RSUD Indrasari sendiri, air limbah effluen akan ditampung ke kolam ikan sebagian dan sisanya masuk ke saluran drainase. Kualitas air limbah setelah dari IPAL dapat dilihat pada Tabel 3.4.

**Tabel 3. 4 Kualitas Efluen IPAL Rumah Sakit**

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji			Baku Mutu
			Oktober 2016	Desember 2016	Januari 2017	
A	Fisika					
1	Suhu	C	25	25	25	38
2	TSS	mg/L	11	5.3	18	200
3	TDS	mg/L	256	226	264	2000
B	Kimia					
1	Ph	-	6.96	6.96	7.14	6-9
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	20	24	19	50
3	COD	mg/L	43	62	56.5	80
4	NH <sub>3</sub>	mg/L	1.5	19	2.02	10
5	Minyak dan lemak	mg/L	1.4	0.4	1.4	10
C	Biologi					
1	Total Coliform	MPN/100 ml	14000	4900	33	5000

Sumber: Laporan Hasil Uji RSUD Indrasari

Selanjutnya, dilakukan perhitungan % penyisihan parameter pencemar dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{Penyisihan} = \frac{[\text{Influen}] - [\text{Effluen}]}{[\text{Influen}]} \times 100\% \quad (3.1)$$

Contoh perhitungan:

$$[\text{TSS}] \text{ influen Oktober 2016} = 221 \text{ mg/L}$$

$$[\text{TSS}] \text{ effluen Oktober 2016} = 11 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{Penyisihan} = \frac{221 - 11}{221} \times 100\% = 95\%$$

Hasil dari pengolahan IPAL dapat dikatakan cukup baik, namun jika dilihat untuk parameter COD, menunjukkan % penyisihan yang kecil meskipun effluen yang didapatkan tidak melewati baku mutu. Selain itu, % penyisihan yang didapatkan masih sangat fluktuatif. Parameter *Total Coliform* tidak memenuhi

baku mutu pada Bulan Oktober 2016. Selain itu, pada Bulan Desember 2016, parameter  $\text{NH}_3$  juga tidak memenuhi baku mutu. Tabel 3.5 menunjukkan % penyisihan dari tiap parameter pencemar.

**Tabel 3. 5 % Penyisihan Parameter Pencemar**

No	Parameter	Satuan	% Penyisihan		
			Oktober 2016	Desember 2016	Januari 2017
A	Fisika				
1	Suhu	C			
2	TSS	mg/L	95%	98%	92%
3	TDS	mg/L	42%	45%	52%
B	Kimia				
1	pH	-			
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	80%	81%	79%
3	COD	mg/L	62%	59%	58%
4	NH <sub>3</sub>	mg/L	86%	34%	90%
5	Minyak dan lemak	mg/L	94%	98%	93%
C	Biologi				
1	Total Coliform	MPN/100 ml	30%	4%	99%

Sumber: Hasil Perhitungan

### 3.4.2 Spesifikasi Unit IPAL

Adapun unit-unit IPAL di RSUD Indrasari meliputi:

#### 1) Unit *Pretreatment*

Unit *pretreatment* berfungsi sebagai pengolahan awal dari air limbah yang dihasilkan dari berbagai kegiatan di RSUD Indrasari. Tujuan dari adanya *pretreatment* ini adalah untuk mereduksi terlebih dahulu berbagai kandungan yang ada di dalam air limbah agar tidak mengganggu proses pengolahan di IPAL utama. Adapun di RSUD Indrasari sendiri, unit *pretreatment* dibuat berdasarkan sumber limbahnya dan terdapat beberapa unit yaitu sebagai berikut.

### 1. *Oil and Grease Trap*

*Oil and Grease Trap* berfungsi sebagai unit pengolahan awal untuk limbah yang berasal dari fasilitas dapur/gizi. Seperti pada umumnya, air limbah yang berasal dari fasilitas ini memiliki kadar lemak dan minyak yang tinggi sehingga dapat mengakibatkan kurangnya efektivitas IPAL utama jika tidak dihilangkan terlebih dahulu. Adapun unit *oil and grease trap* memiliki fungsi untuk menangkap kandungan minyak dan lemak yang terdapat di dalam air limbah. Gambar unit *oil and grease trap* dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Unit ini bekerja dengan sistem yang sudah otomatis. Adapun cara kerja unit ini adalah:

- Air limbah dari unit dapur/gizi dikumpulkan di dalam suatu *manhole* dengan dimensi (80 x 80 x 100) cm yang dilengkapi dengan mesin penyedot otomatis. Ketika air sudah mencukupi untuk dipompa, maka air akan dipompakan menuju ke unit *oil and grease trap*.
- Di dalam unit *oil and grease trap* terjadi tiga kali pemisahan dengan menggunakan sekat-sekat sehingga membuat unit ini terdiri dari tiga kompartemen.
- Air limbah yang sudah melewati kompartemen terakhir akan dipompakan menuju bak kontrol sebelum dialirkan ke dalam unit IPAL utama. Sementara itu, air sisa pengolahan dikembalikan ke inlet untuk resirkulasi.



**Gambar 3. 4 Unit *Oil and Grease Trap***

## 2. Unit Removal Deterjen

Unit removal deterjen merupakan unit *pretreatment* yang digunakan pada fasilitas *laundry* di RSUD Indrasari. Adapun deterjen apabila dibiarkan masuk ke unit IPAL utama akan dapat menyebabkan IPAL bekerja tidak maksimal karena bisa membunuh mikroorganisme yang digunakan untuk mendegradasi polutan.

Unit ini memiliki 3 kompartemen dengan masing-masing kompartemen diberikan sekat yang diberikan filter. Setelah melalui keseluruhan kompartemen, air limbah dari unit ini akan dialirkan menuju *manhole* dan selanjutnya diteruskan ke unit IPAL utama dengan prinsip pengaliran menggunakan gravitasi. Gambar 3.5 menunjukkan unit removal deterjen.



**Gambar 3. 5 Unit Removal Deterjen**

## 3. Unit Pemisah Logam Berat

Unit pemisah logam berat ini merupakan unit *pretreatment* yang digunakan pada fasilitas laboratorium. Adapun kandungan logam berat apabila dibiarkan masuk ke unit IPAL utama akan menyebabkan bakteri terkontaminasi logam berat. Akibatnya, kinerja bakteri dalam mendegradasi polutan akan terganggu. Setelah melewati unit ini, air akan dialirkan menuju ke *manhole* untuk selanjutnya dialirkan ke IPAL utama dengan memanfaatkan gravitasi. Gambar 3.6 menunjukkan unit pemisah logam berat.



**Gambar 3. 6 Unit Pemisah Logam Berat**

#### 4. *Septic Tank*

Air limbah dari hasil kegiatan MCK (mandi, cuci, dan kakus) akan terlebih dahulu dialirkan ke dalam *septic tank* yang memiliki dua kompartemen. Fungsi dari unit ini sendiri adalah untuk mengurangi kadar polutan organik di dalam air limbah dengan mengendapkannya terlebih dahulu sehingga effluen yang dihasilkan hanya berupa supernatan. Untuk supernatan sendiri akan dialirkan menuju ke *manhole* dan diteruskan ke unit IPAL utama secara gravitasi.

#### 2) **Saluran *Screen* dan Bak Ekualisasi**

Air limbah akan melewati saluran yang dilengkapi dengan *screen* terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam bak ekualisasi. Adapun kondisi eksisting di RSUD Indrasari adalah, air yang berasal dari berbagai sumber akan masuk ke dalam unit saluran yang terdiri dari 2 bak. Saluran ini akan mengalirkan air menuju unit IPAL utama.

Jenis *screen* yang digunakan ada dua. Jenis *screen* pertama yang digunakan adalah *screen* dengan lubang berdiameter 1,5 cm kemudian dilengkapi dengan *screen* berdiameter 0,5 cm yang berfungsi untuk menyaring padatan/sampah yang terbawa ke dalam air limbah sehingga proses pengolahan tidak terganggu. Selain itu, hal ini akan menyebabkan penyumbatan pada pompa dapat diminimalisasi. Gambar 3.7 menunjukkan unit saluran *screen*.



**Gambar 3. 7 Unit Saluran Screen**

Desain saluran *screen*:

Material saluran : Beton 10 cm

Dimensi saluran 1 : 111 x 75 x 140 cm (P x L x T)

Dimensi saluran 2 : 120 x 71 x 143 cm (P x L x T)

Kedalaman *Screen* : 80 cm

Tebal *Screen* : 5 cm

Adapun untuk bak ekualisasi merupakan bangunan penampungan air limbah yang berfungsi untuk menghomogenkan debit air limbah agar tidak terjadi fluktuatif di dalam debitnya. Setelah air limbah melewati saluran *screen*, air limbah akan masuk ke dalam unit bak ekualisasi. Kondisi eksisting dari bak ekualisasi di RSUD Indrasari adalah terbagi menjadi 2 bak. Bak pertama berfungsi untuk mengendapkan partikel diskrit di dalam air limbah dengan waktu detensi yang lebih panjang. Sedangkan bak kedua berfungsi untuk memompakan air limbah ke unit biofilter dengan menggunakan pompa *submersible*. Gambar 3.8 menunjukkan unit bak ekualisasi.

Desain bak ekualisasi:

Material : Beton tebal 6 cm

Dimensi Bak 1 : 360 x 158 x 200 cm (P x L x T)

Dimensi Bak 2 : 170 x 112 x 200 cm (P x L x T)

Spesifikasi pompa:

- Daya : 0,78 Kw/1 Hp
- Kapasitas : 10 m<sup>3</sup>/jam

- Head statis : 5 m



**Gambar 3. 8 Unit Bak Ekualisasi**

### **3) Biofilter Aerob**

Unit Aerob merupakan suatu bioreaktor yang menggunakan prinsip biakan terlekat (*attached growth*) dengan cara pengembangbiakan mikroorganisme ke dalam reaktor yang diisi oleh media. Pada kondisi eksisting, air limbah dari bak ekualisasi selanjutnya dipompakan menuju ke pengolahan biologis yaitu ke unit biofilter yaitu biofilter aerob.

Di dalam reaktor biofilter aerob ini diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon, sambil diberikan aerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian, akan terjadi kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media. Effluen dari unit ini akan dibawa ke kolam ikan dan ke badan air melalui saluran drainase utama. Gambar 3.9 menunjukkan unit biofilter aerob dan Gambar 3.10 menunjukkan *blower* yang digunakan.

Desain bak biofilter:

Material	: Kontainer baja tebal 4 cm
Dimensi Bak	: 600 x 384 x 170 cm (P x L x T)
Spesifikasi <i>blower</i> :	
- Daya	: 2,2 KW



- Kapasitas : 266 m<sup>3</sup>/jam
- RPM : 2800/menit
- Jumlah : 2 buah
- Type : Turbo Power (*Electric Blower*)



**Gambar 3. 9 Unit Biofilter**



**Gambar 3. 10 Blower**

### **3.5 Gambaran Pengelolaan Limbah Medis Padat**

RSUD Indrasari Rengat dalam pengelolaan limbah padat dari segi pemilahan dan pewadahan, menyediakan 3 jenis wadah di dalam ruangan. Untuk limbah medis padat yang terdiri dari limbah sisa perawatan dan pengobatan berupa perban bekas, botol-botol kemasan obat, sarung tangan akan dimasukkan ke wadah bertuliskan sampah medis. Kemudian untuk jarum suntik, akan dipisahkan di dalam wadah kotak khusus bertuliskan sampah jarum suntik. Adapun untuk limbah medis padat memiliki timbulan rata-rata sebesar 25 kg/hari. Untuk limbah non medis berasal dari kegiatan kantor klinik, sampah dari pasfaien yang datang ataupun

dari aktivitas dapur. Limbah jenis ini dimasukkan ke wadah bertuliskan sampah non medis.

Untuk limbah padat non medis nantinya akan dibawa oleh petugas kebersihan dari Dinas Kebersihan Kabupaten Indragiri Hulu menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sementara, untuk limbah medis padat, akan dikumpulkan terlebih dahulu di Tempat Penyimpanan Sementara (TPS B3) yang terdapat di dekat unit insinerator. Di TPS B3, akan dilakukan penimbangan terlebih dahulu untuk mengetahui timbulannya.

Selanjutnya, untuk pengolahan limbah medis padat, dilakukan dengan menggunakan insinerator yang memiliki kapasitas 0,75 m<sup>3</sup>. Untuk limbah jarum suntuk, terlebih dahulu diolah dengan *pretreatment* yaitu menggunakan *Unit Syringed dan Needleless Miling Unit* (SYRO) yang berfungsi untuk menghancurkan limbah jarum suntik. Kemudian, unit insinerator akan dioperasikan 2 hari sekali pada pagi hari untuk memusnahkan limbah medis padat. Setelah dimusnahkan, residu pembakaran akan kembali dikumpulkan di TPS B3 hingga nantinya akan diambil oleh pengangkut untuk dibawa ke *Controlled Landfill*.

Gambar 3.11 menunjukkan pewadahan limbah padat, Gambar 3.12 menunjukkan TPS B3 dan Gambar 3.12 menunjukkan unit insinerator. Adapun spesifikasi dari insinerator adalah sebagai berikut:

Kapasitas	: 0,75 m <sup>3</sup>
Waktu operasi	: Maksimal 16 jam / hari
Sistem aliran gas	: Sistem <i>inline</i> – siklon aliran
Suhu pembakaran	: 800 °C – 1200 °C
Bahan bakar	: Minyak tanah
Sumber energi	: Listrik 1 kw/220 Volt
Dimensi	: Panjang x Lebar x Tinggi = 5,5 m x 4,5 m x 6 m
Material lantai	: Beton tebal 15 cm
Dinding	: Pasangan bata diplester halus dan dicat
Cerobong	: Diameter = 30 cm; Tinggi = 14 m



**Gambar 3. 11** Pewadahan Limbah Padat RSUD Indrasari



**Gambar 3. 12** Tempat Penyimpanan Sementara B3



**Gambar 3. 13** Unit Insinerator

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1 Kerangka Penelitian**

Metode penelitian ini dibuat untuk memudahkan penelitian agar berjalan secara sistematis dan terstruktur. Metode penelitian disajikan dalam bentuk kerangka penelitian sebagai gambaran awal tahap penelitian. Kerangka penelitian digunakan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian sehingga dapat memudahkan dalam memahami penelitian yang akan dilakukan sehingga kesalahan dapat diminimalisasi.

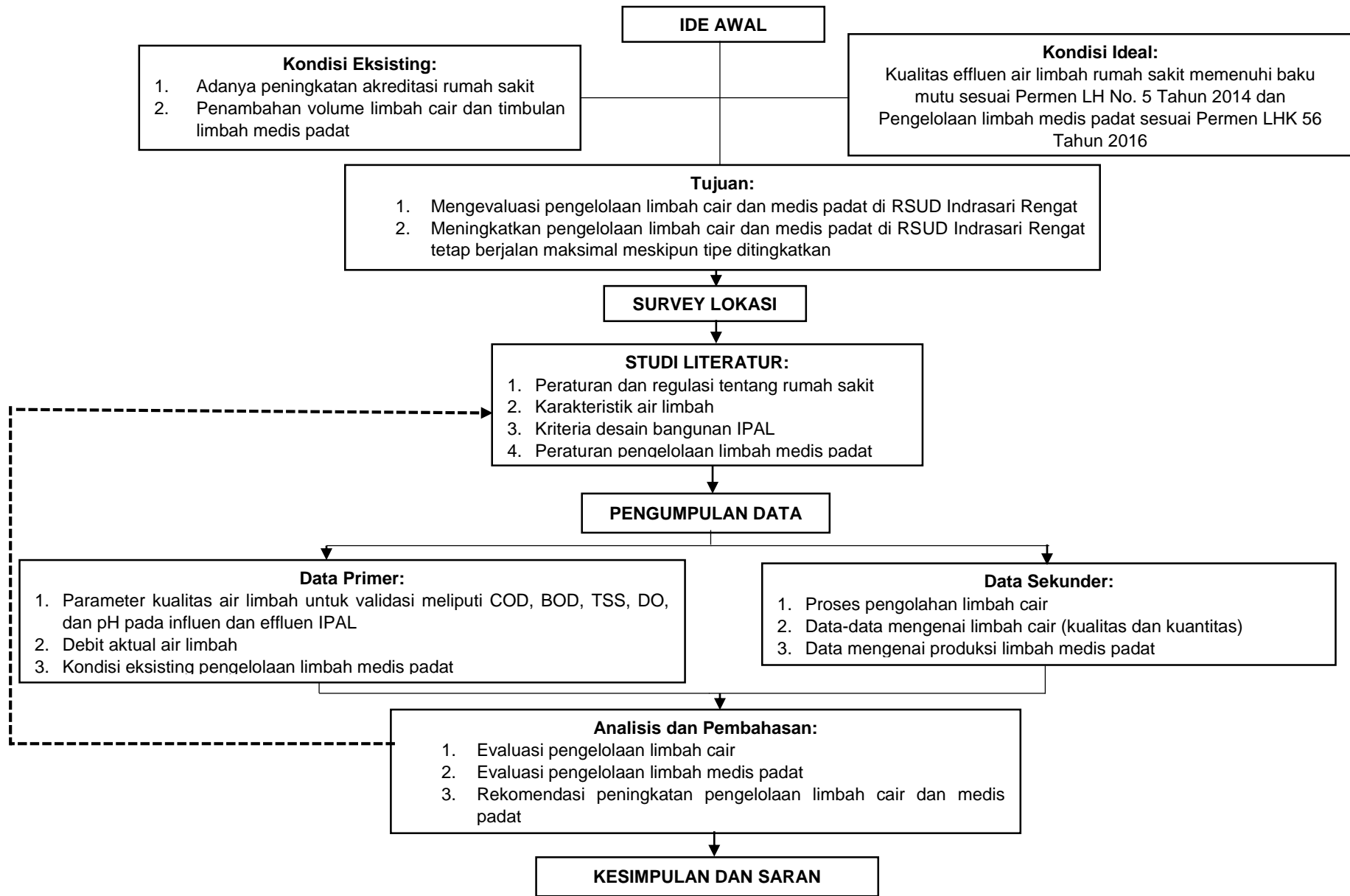
Ide penelitian diambil berdasarkan kondisi eksisting RSUD Indrasari yang akan mengalami peningkatan tipe dari C menjadi B. Untuk itu diperlukan evaluasi yang berfungsi untuk meninjau kinerja pengelolaan limbah cair dan padat medis dari segi kesiapannya menuju peningkatan tipe. Selanjutnya, dari kondisi eksisting dan kondisi ideal tersebut muncul *gap* yang akan dijadikan sebagai latar belakang yang menjadi dasar penelitian dilakukan.

Pada latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah yang kemudian diambil tujuan yang sesuai agar penelitian dapat berjalan dengan maksimal. Selain itu, pada penelitian ini juga diperlukan studi literatur untuk membahas dan mengolah data primer dan sekunder. Data-data tersebut akan diolah dengan penyesuaian terhadap studi literatur yang telah diperoleh yang kemudian akan diambil kesimpulan dan saran. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.

### **4.2 Ide Tugas Akhir**

Ide tugas akhir ini yaitu Evaluasi Dan Perencanaan Pengelolaan Limbah (Cair dan Medis Padat) RSUD Indrasari Rengat Dalam Rangka Peningkatan Kelas C Menjadi B. Dilakukan analisis kesesuaian kriteria desain unit bangunan IPAL secara teori dengan kondisi eksisting. Serta sistem pengelolaan limbah medis padat sesuai peraturan yang berlaku.

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**



**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**



### **4.3 Survey Lokasi**

Survey lokasi dilaksanakan di RSUD Indrasari Rengat dengan bertujuan untuk mengetahui kondisi fisik bangunan IPAL secara langsung, pengukuran debit aktual air limbah, melihat arah aliran air limbah yang masuk ke IPAL, serta sampling air limbah untuk mengetahui kondisi influen dan efluen dari IPAL itu sendiri.

Selain itu, survey juga dilakukan untuk melihat kondisi eksisting pengelolaan limbah medis padat. Mulai dari sistem pemilahan dan pewadahan, pengangkutan, pengolahan termal, dan penyimpanan. Adapun untuk frekuensi dari kegiatan survey ke lokasi ini sendiri dilakukan selama lebih kurang tiga minggu. Untuk kegiatan yang dilaksanakan ketika survey terlampir di dalam laporan.

### **4.4 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan mulai tahap awal hingga akhir penelitian. Studi literatur ini bertujuan untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan teori, pengertian, kriteria desain, sistem pengelolaan dan rumus-rumus yang mendukung tugas akhir ini. Adapun untuk sumber literatur dapat diperoleh dari pustaka ataupun literatur lainnya yang berkaitan dengan tugas akhir, sehingga dapat digunakan sebagai dasar penulisan tugas akhir. Sumber-sumber literatur yang diperlukan berkaitan dengan:

1. Sistem pengolahan air limbah  
Untuk mengetahui sistem pengolahan air limbah yang digunakan, sesuai tidaknya dengan kondisi yang ada di lapangan.
2. Unit-unit bangunan pengolahan air limbah  
Menjelaskan tentang unit bangunan pengolahan air limbah yang menjelaskan sesuai dengan karakteristik air limbah yang ada, serta menjelaskan mengenai keuntungan dan kerugian dari masing-masing bangunan pengolahan air limbah. Sehingga studi literatur ini dapat digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kinerja bangunan pengolahan air limbah rumah sakit eksisting.
3. Kriteria desain unit IPAL  
Menjelaskan tentang kriteria-kriteria perencanaan yang digunakan dalam mendesain unit-unit IPAL untuk dilihat

kesesuaiannya dengan IPAL eksisting dan digunakan dalam perencanaan IPAL tambahan.

4. Standar baku mutu air limbah rumah sakit  
Digunakan untuk mengetahui kualitas efluen air limbah rumah sakit yang dihasilkan jika dibandingkan dengan peraturan baku mutu yang berlaku tersebut, sehingga efluen dapat ditentukan statusnya (memenuhi baku mutu atau tidak) jika dibuang ke lingkungan. Adapun acuan yang digunakan adalah Permen LH No 5 Tahun 2014.
5. Pengelolaan limbah medis padat  
Digunakan untuk mengevaluasi pengelolaan limbah medis padat eksisting serta untuk perencanaan pengembangan sistem pengelolaan. Adapun di dalam pengelolaan limbah medis padat ini yang dijadikan acuan di antaranya adalah Permen LHK No 56 Tahun 2016, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 101 Tahun 2014, dan peraturan lainnya.

#### **4.5 Pengumpulan Data**

Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan data pendukung penelitian. Ada dua jenis data yang akan dikumpulkan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu data primer dan data sekunder.

##### **4.5.1 Data Primer**

Data primer diperoleh dari hasil survei lapangan dan penelitian laboratorium yang dilakukan oleh pekasana tugas akhir sendiri. Pengumpulan data primer ini meliputi 3 tahapan, yaitu kondisi eksisting, pengambilan sampel, dan penelitian laboratorium. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. Data kondisi eksisting IPAL RSUD Indrasari Rengat
  - Kondisi fisik unit bangunan IPAL
  - Debit aktual air limbah
  - Material bangunan unit IPAL
  - Dimensi bangunan unit IPAL yang diukur menggunakan meteran

## 2. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali untuk validasi data sekunder yang sudah tersedia dan karena adanya fluktuasi dari kualitas air limbah. Sampel diambil di titik influen dan efluen dari bangunan pengolahan air limbah dengan menggunakan metode *grab* dan *composite sampling*. Pengambilan sampel diambil pada saat hari libur, hari kerja, dan hari kerja setelah hujan.

## 3. Penelitian Laboratorium

Penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Pekanbaru. Metode analisis dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4. 1 Metode Pengukuran Parameter Penelitian**

No	Parameter	Metode	Instrumen	Sumber
1	Suhu		Termometer	SNI 06-6989.23-2005
2	BOD	Winkler	Winkler	SNI 06-2503-1991
3	COD	Open Refluks	Buret, alat refluks	APHA 5220 C 2012
4	TSS	Gravimetri	Neraca	APHA 2540 D 2012
5	TDS	Gravimetri	Neraca	APHA 2540 C 2012
6	pH	Elektrometri	PH meter	SNI 06-6989.11-2004
7	NH <sub>3</sub>	Spektrofotometri	Spektrofotometer	USEPA
8	Minyak dan lemak	Gravimetri	Neraca	SNI 6989.11-2011
9	Total Coliform	MPN	Tabung reaksi	Biakan Tabung Ganda

#### 4. Pengelolaan limbah medis padat eksisting

Meninjau langsung kondisi pengelolaan limbah medis padat di RSUD Indrasari mulai dari pemilahan dan pewadahan, pengangkutan internal dan eksternal, dan penyimpanan, serta pengolahan termal. Data diambil dari hasil wawancara dan kuisioner yang diajukan kepada pengelola sanitasi di RSUD Indrasari.

Kemudian juga melakukan pengukuran langsung terhadap dimensi dari TPS B3 yang terdapat di RSUD Indrasari menggunakan meteran.

#### 4.5.2 Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini meliputi:

1. Data proses pengolahan air limbah meliputi:
  - Desain bangunan IPAL
  - Sumber air limbah
  - Kualitas dan kuantitas air limbah
  - Gambar teknis IPAL
2. Data-data pengelolaan limbah medis padat meliputi:
  - Data timbulan limbah medis padat
  - Spesifikasi insinerator

#### 4.6 Analisis dan Pembahasan

Melakukan analisis data yang diperoleh dari pengumpulan data primer dan sekunder secara keseluruhan, kemudian hasilnya dibandingkan dengan kriteria desain pada literatur. Analisis data dan pembahasan dilakukan agar hasil dari pengolahan air limbah IPAL rumah sakit dapat dibandingkan dengan teori-teori yang mendasari ruang lingkup. Debit yang digunakan untuk analisis yaitu debit rata-rata. Dalam analisis dan pembahasan, dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

##### 4.6.1 Evaluasi IPAL

1. Analisis kinerja setiap unit bangunan IPAL RSUD Indrasari Rengat, yaitu meliputi unit:
  - a. Bak Ekualisasi, dengan parameter:

- Fluktuasi aliran, dilihat dari debit air limbah yang dihasilkan dari setiap jamnya dengan cara mengukur aliran pada influen
  - Waktu detensi
  - Volume dan ketercukupan ruang untuk menampung air limbah jika terjadi peningkatan tipe
- b. Biofilter aerob, dengan parameter:
- Beban air limbah yang keluar dan masuk unit
  - Waktu detensi
  - Volume
  - Efisiensi penyisihan
  - Kapasitas pengolahan apabila terjadi peningkatan tipe
  - Beban organik
  - Beban hidrolis
  - Kebutuhan oksigen
2. Analisis kondisi IPAL melalui perhitungan yang disesuaikan dengan kriteria desain dan standar rumah sakit kelas C. Karena akan dilakukan peningkatan akreditasi, maka dimungkinkan adanya penambahan debit dan fluktuasi kualitas, maka selanjutnya dilakukan perhitungan kondisi IPAL untuk standar rumah sakit kelas B.
  3. Rekomendasi peningkatan kinerja IPAL dengan berbagai alternatif termasuk perencanaan pengembangan yang telah disesuaikan berdasarkan perhitungan antara kondisi eksisting dengan kondisi ideal.

#### **4.6.2 Evaluasi Pengelolaan Limbah Medis Padat**

1. Analisis kondisi pengelolaan limbah medis padat mulai dari pemilahan dan pewadahan, pengumpulan dan penyimpanan, serta pengolahannya untuk dibandingkan kesesuaiannya dengan peraturan yang berlaku.
2. Rekomendasi pengembangan pengelolaan limbah medis padat di RSUD Indrasari yang disesuaikan dengan peraturan.

#### **4.6.3 Perencanaan Tambahan Unit IPAL**

1. Penyusunan *Engineering Design* berhubungan dengan perhitungan matematis dimensi dari masing-masing unit IPAL tambahan yang direncanakan. Setelah didapatkan dimensi IPAL dilakukan penggambaran detail tiap unitnya. Gambar detail ini berupa gambar denah bangunan, potongan memanjang dan melintang bangunan, dan gambar detail bangunan maupun komponen pendukung IPAL. Penggambaran ini dilakukan menggunakan *software autocad 2007* dengan skala yang telah disesuaikan.
2. Perhitungan BOQ pembangunan unit tambahan IPAL mengacu pada rangkaian SNI DT-2007 meliputi beberapa tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan yang berbeda. Perhitungan RAB pembangunan IPAL mengacu pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) yang berlaku.

#### **4.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dituliskan sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan merupakan hasil akhir dari analisis data atau evaluasi yang telah dilakukan terhadap kinerja bangunan instalasi pengolahan air limbah RSUD Indrasari Rengat. Selanjutnya hasil dari kesimpulan dapat digunakan sebagai saran yang meliputi alternatif pemecahan masalah terkait dengan kinerja unit bangunan instalasi pengolahan air limbah. Saran yang diberikan dapat dijadikan hasil pertimbangan dan masukan kepada penanggung jawab IPAL RSUD Indrasari.

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pengelolaan Limbah Cair**

Analisis kondisi pengelolaan limbah cair di RSUD Indrasari yang dilakukan antara lain:

1. Penentuan kuantitas dan kualitas air limbah  
Penentuan kuantitas dan kualitas air limbah bertujuan agar mendapatkan data awal untuk perhitungan.
2. Evaluasi tiap unit IPAL  
Unit IPAL eksisting dievaluasi terlebih dahulu kesesuaiannya dengan kriteria desain menurut literatur.
3. Rekomendasi perbaikan sistem IPAL  
Rekomendasi dapat berupa alternatif penyelesaian masalah untuk perbaikan sistem IPAL di RSUD Indrasari.

##### **5.1.1 Penentuan Debit dan Kualitas Air Limbah**

Pengukuran debit air limbah yang dihasilkan di rumah sakit dilakukan sebanyak 3 kali yaitu:

- Tanggal 10 Februari 2018 (hari libur)
- 13 Februari 2018 (hari kerja)
- 15 Februari 2018 (hari setelah hujan).

Tujuan pengukuran debit adalah untuk mengetahui kuantitas air limbah yang masuk ke dalam IPAL RSUD Indrasari. Pengukuran debit dilakukan selama 12 jam menyesuaikan jam operasional rumah sakit dan diukur sebanyak 3 kali dalam setiap jamnya dimulai dari pukul 06.00 – 18.00. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan nilai yang akurat.

Adapun pada saat hari libur, total bed yang terisi adalah sebanyak 43 buah dari 120 yang tersedia. Sedangkan pada saat hari kerja dan hari kerja setelah hujan, jumlah bed yang terisi sebanyak 27 buah bed. Hasil pengukuran dari masing-masing tanggal dapat dilihat pada lampiran. Setelah dilakukan pengukuran debit air limbah, maka didapatkan debit rata-rata terbesar pada hari setelah hujan yang selanjutnya akan dijadikan sebagai acuan perhitungan. Debit air limbah hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5. 1 Debit Aktual Air Limbah**

No	Waktu	Debit (m3/jam)
1	06.00-07.00	0.86
2	07.00-08.00	0.72
3	08.00-09.00	0.65
4	09.00-10.00	0.51
5	10.00-11.00	0.70
6	11.00-12.00	0.39
7	12.00-13.00	0.72
8	13.00-14.00	0.50
9	14.00-15.00	0.33
10	15.00-16.00	0.43
11	16.00-17.00	0.38
12	17.00-18.00	0.36

Selain pengukuran debit air limbah yang dihasilkan, diperlukan juga pengukuran kualitas air limbah di RSUD Indrasari. Tujuan dari pengukuran kualitas air limbah adalah untuk mengetahui konsentrasi parameter-parameter pencemar sebelum dan setelah masuk ke unit IPAL. Analisis kualitas air limbah ini harus dilakukan di laboratorium.

Pengambilan sampel air limbah rumah sakit untuk diuji kualitasnya dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada tanggal 10 Februari 2018 (hari libur), 13 Februari 2018 (hari kerja), dan 15 Februari 2018 (hari setelah hujan). Sedangkan untuk hasil sampling kualitas air limbah pada titik influen sebelum masuk pengolahan utama dan effluen didapatkan setelah dilakukan pengujian sampel air limbah di Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan di Pekanbaru. Adapun untuk hasil uji yang dijadikan sebagai dasar perhitungan yaitu pada saat hari kerja tanggal 13 Februari 2018 karena konsentrasi parameter pencemar saat itu merupakan yang paling besar. Kualitas air limbah dapat dilihat pada Tabel 5.2.



**Tabel 5. 2 Kualitas Air Limbah**

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Baku Mutu
			Influen	Effluen	
A Fisika					
1	Suhu	C	28	25	38
2	TSS	mg/L	332	10	200
3	TDS	mg/L	-	-	2000
B Kimia					
1	pH	-	7,6	6,9	6-9
2	BOD5	mg/L	141	31	50
3	COD	mg/L	228	55	80
4	NH <sub>3</sub>	mg/L	33	4,8	10
5	Minyak dan lemak	mg/L	31	1,4	10
C Biologi					
1	Total Coliform	MPN/100 ml	-	-	5000

### 5.1.2 Evaluasi Kinerja Bak Ekualisasi

Unit bak ekualisasi pada IPAL RSUD Indrasari Rengat merupakan bak ekualisasi tipe *in line equalization* dimana memiliki prinsip kerja yaitu air limbah akan masuk setelah melalui penyaringan sebelum diproses ke pengolahan selanjutnya. Kondisi fisik dari bak ekualisasi di RSUD Indrasari adalah terbuat dari bahan beton. Umur bangunan yang masih bisa dikatakan baru membuatnya masih berada dalam kondisi yang bagus. Bak ekualisasi di IPAL RSUD Indrasari terdiri dari 2 buah. Bak ekualisasi 1 memiliki dimensi 3,6 m x 1,58 m x 2 m. Sedangkan bak ekualisasi 2 memiliki dimensi 3,6 m x 1,12 m x 2 m

Parameter kinerja yang akan dikaji untuk mengetahui efektivitas kinerja bak ekualisasi antara lain:

1. Penentuan penambahan debit
2. Waktu detensi

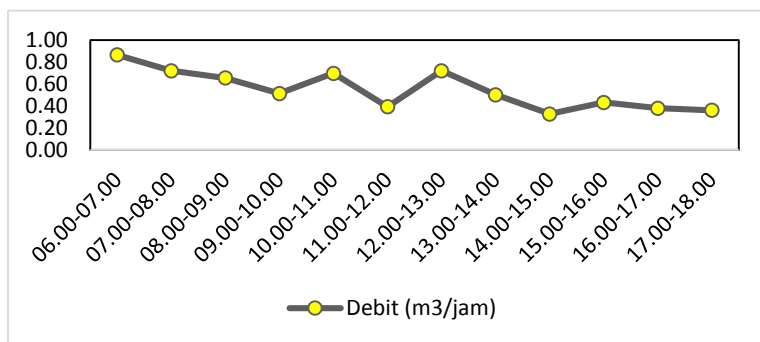
Penjelasan mengenai parameter kinerja dapat dilihat pada uraian sebagai berikut.

### 1. Penentuan Penambahan Debit

Penentuan penambahan debit bertujuan untuk mengetahui daya tampung bak ekualisasi saat menerima penambahan debit dari pergantian tipe. Pergantian tipe rumah sakit dari C menjadi B akan disertai dengan penambahan bed, dimana tiap bed. Penambahan bed akan disertai pula dengan peningkatan produksi air limbah. Dengan mengetahui hal ini, dapat ditentukan nantinya kebutuhan bak ekualisasi terhadap influen air limbah RSUD Indrasari. Debit air limbah yang masuk ke unit pengolahan bersifat fluktuatif sehingga bak ekualisasi dibutuhkan untuk menstabilkan atau meratakan debitnya.

Dari 3 waktu pengukuran data mengenai debit aktual rumah sakit, didapatkan hasil yang berbeda-beda. Debit air limbah terendah dari rumah sakit didapatkan saat rumah sakit sedang tidak dalam hari kerja (hari libur). Sementara, untuk debit tertinggi didapatkan pada saat hari kerja setelah hujan. Sehingga dalam penelitian, yang akan digunakan sebagai acuan adalah hari kerja setelah hujan karena memiliki produksi air limbah terbesar.

Debit terkecil saat hari libur terjadi karena saat itu bukanlah waktu operasional kerja dari staff RSUD Indrasari (Hari Sabtu dan Minggu). Saat hari kerja, debit air limbah yang masuk berada dalam kondisi maksimal pada saat jam operasional. Untuk grafik debit air limbah dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Debit Aktual Air Limbah

Debit air limbah rata-rata yang diukur secara aktual dengan jumlah bed terisi sebanyak 27 buah adalah sebesar 0,55 m<sup>3</sup>/jam. Maka dapat dihitung produksi air limbah aktual tiap bednya yaitu sebagai berikut.

$$Q \text{ tiap bed} = \frac{Q_{rata - rata \text{ aktual}}}{Jumlah \text{ bed terisi}}$$

$$Q \text{ tiap bed} = \frac{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}}{27} = 0,02 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Maka, jika diasumsikan seluruh bed terisi, dapat dihitung debit rata-rata air limbah yang masuk ke unit IPAL, baik saat rumah sakit masih bertipe C dan saat sudah naik menjadi tipe B.

Jumlah bed tipe C : 120  
 Jumlah bed tipe B : 350 (Direncanakan)  
 Q aktual tiap bed : 0,02 m<sup>3</sup>/jam

Jumlah bed saat rumah sakit telah mengalami peningkatan tipe direncanakan sebanyak 350 untuk mengantisipasi adanya peningkatan jumlah bed lagi saat jalannya kegiatan di rumah sakit saat sudah menjadi tipe B.

Q bed saat penuh tipe C = Q aktual tiap bed x 120 bed  
 = 0,02 m<sup>3</sup> bed/jam x 120 bed  
 = 2,4 m<sup>3</sup>/jam  
 Q bed saat penuh tipe B = Q aktual tiap bed x 350 bed  
 = 0,02 m<sup>3</sup> bed/jam x 350 bed  
 = 7 m<sup>3</sup>/jam

Kemudian dilakukan perhitungan penambahan debit untuk aktivitas lain sebagai patokan angka keamanan berdasarkan tiap aktivitas di RSUD Indrasari berdasarkan asumsi penggunaan dari masing-masing fasilitasnya. Angka penambahan debit dari kegiatan dapur dan *laundry* didapatkan dari asumsi bahwa bertambahnya jumlah pasien akan seiring dengan peningkatan keluarga pasien. Asumsi penambahan debit dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5. 3 Penambahan Debit**

No	Aktivitas	Penambahan	Debit (m <sup>3</sup> /jam)
1	Jumlah bed	120-350	7
2	Dapur	0,3 x Q lama	0,72
3	<i>Laudry</i>	0,3 x Q lama	0,72
4	Laboratorium	0,2 x Q lama	0,48
<b>Debit Total</b>			<b>8,92</b>

## 2. Penentuan Waktu Detensi

Untuk melakukan perhitungan dari waktu detensi bak ekualisasi, dibutuhkan data berupa debit rata-rata dari influen air limbah serta volume dari bak ekualisasi tersebut. Adapun bak ekualisasi di RSUD Indrasari Rengat terdiri dari 2 bak. Perhitungan waktu detensi tiap bak dilakukan untuk kondisi aktual rumah sakit dengan tipe C dan kondisi rumah sakit dengan tipe B.

### A. Tipe C

#### 1. Bak 1

Debit rata-rata (Q) : 2,4 m<sup>3</sup>/jam  
 Panjang : 3,6 m  
 Lebar : 1,58 m  
 Tinggi : 2 m  
 Waktu detensi : Volume / Q  
 : 11,37 m<sup>3</sup> / 2,4 m<sup>3</sup>/jam  
 : 4,74 jam

#### 2. Bak 2

Debit rata-rata (Q) : 2,4 m<sup>3</sup>/jam  
 Panjang : 1,7 m  
 Lebar : 1,12 m  
 Tinggi : 2 m  
 Waktu detensi : Volume / Q  
 : 3,8 m<sup>3</sup> / 2,4 m<sup>3</sup>/jam  
 : 1,58 jam

### B. Tipe B

#### 1. Bak 1

Debit rata-rata (Q) : 8,92 m<sup>3</sup>/jam  
 Panjang : 3,6 m  
 Lebar : 1,58 m  
 Tinggi : 4 m  
 Waktu detensi : Volume / Q

: 11,37 m<sup>3</sup> / 8,92 m<sup>3</sup>/jam  
 : 1,27 jam

2. Bak 2

Debit rata-rata (Q) : 8,92 m<sup>3</sup>/jam  
 Panjang : 1,7 m  
 Lebar : 1,12 m  
 Tinggi : 2 m  
 Waktu detensi : Volume / Q  
 : 3,8 m<sup>3</sup> / 8,92 m<sup>3</sup>/jam  
 : 0,42 jam

**3. Hasil Analisis Bak Ekualisasi**

Hasil analisis dari kinerja bak ekualisasi RSUD Indrasari untuk perhitungan sesuai rumah sakit tipe C dan tipe B dari keseluruhan yang telah dihitung dapat disimpulkan menjadi beberapa hal yang Tabel 5.4.

**Tabel 5. 4 Hasil Analisis Kinerja Bak Ekualisasi**

N o	Parameter	Kriteria Desain	Kelas C	Kelas B	Status
1	Waktu Detensi	5-6 jam	3,4 dan 1,1 jam	3,25 jam dan 0,81 jam	Tidak Memenuhi
2	Kedalaman	2 m	2 dan 2 m		Memenuhi
3	Jangkauan <i>mixer</i>	½ kedalaman	Tidak ada		Tidak memenuhi

Mengenai hasil analisis kinerja bak ekualisasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penambahan Debit

Berdasarkan hasil perhitungan, volume bak ekualisasi yang dibutuhkan berdasarkan debit air limbah yang masuk sebesar 2,4 m<sup>3</sup>/jam dan 8,92 m<sup>3</sup>/jam, sedangkan kondisi eksisting dari volume bak ekualisasi sebesar 11,47 m<sup>3</sup> untuk bak 1 dan 3,8 m<sup>3</sup> untuk bak 2. Secara kasat mata, volume yang dibutuhkan masih berada di bawah volume eksisting. Hal ini dapat dilihat dari waktu detensi pada bak 1 yang volumenya masih jauh di atas debit sehingga ditakutkan terjadinya *over*

*capacity*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bak ekualisasi masih dapat menampung debit air limbah bahkan meskipun sudah dilakukan peningkatan tipe.

## 2. Waktu Detensi

Dari perhitungan waktu detensi yang telah dilakukan, bak ekualisasi di RSUD Indrasari Rengat tidak memenuhi kriteria desain menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yaitu 6-8 jam. Untuk rumah sakit tipe C, bak 1 memiliki waktu detensi 3,4 jam dan bak 2 memiliki waktu detensi 1,1 jam. Sedangkan saat rumah sakit sudah bertipe C, waktu detensi yang dibutuhkan bak 1 adalah 3,25 jam dan untuk bak 2 adalah 0,81 jam.

## 3. Kedalaman Bak Ekualisasi

Kriteria desain untuk bak ekualisasi adalah sekitar 2 m. Pada kondisi eksisting, bak ekualisasi di RSUD Indrasari memenuhi kriteria desain karena memiliki kedalaman 2 m untuk bak 1 dan 2 m untuk bak 2.

## 4. Jangkauan *Mixer*

Bak ekualisasi di RSUD Indrasari dibutuhkan dari segi kualitas karena berasal dari berbagai sumber sehingga dibutuhkan pencampuran. Pada bak ekualisasi di RSUD Indrasari tidak memiliki *mixer* sebagai alat untuk pemeratakan air limbah sehingga kualitas effluen air limbah dari bak ekualisasi belum merata sepenuhnya.

### 5.1.3 Evaluasi Kinerja Biofilter

Unit biofilter aerobik di IPAL RSUD Indrasari merupakan bioreaktor yang berisi media sarang tawon sebagai media pertumbuhan mikroorganisme (biofilm). Reaktor ini memiliki 2 sekat yang masing-masing memiliki ukuran yang sama. Kondisi fisik dari unit biofilter ini yaitu terbuat dari bahan baja yang kokoh. Dimensi bak biofilter ini adalah 6 m x 3,84 m x 1,7 m. Dari hasil survet lapangan, tidak terdapat kerusakan fisik pada bangunan. Parameter kinerja yang akan dianalisis antara lain:

1. Efisiensi penyisihan
2. Kapasitas pengolahan dan Waktu Detensi

3. *Organic Loading Rate* (OLR)
4. *Hydraulic Loading Rate* (HLR)
5. Kebutuhan oksigen

Hasil analisis adalah sebagai berikut.

### 1. Efisiensi Penyisihan

Efisiensi penyisihan merupakan parameter utama keberhasilan suatu unit IPAL dalam menghilangkan kandungan pencemar air limbah. Adapun untuk melihat besar efisiensi penyisihan, harus terlebih dahulu mengetahui kualitas influen dan effluen dari air limbah. Dari tiga kali pengujian parameter, data yang diambil untuk dijadikan perhitungan adalah data pada tanggal 13 Februari 2018 karena memiliki parameter pencemar tertinggi. Berikut merupakan efisiensi penyisihan dari unit biofilter di RSUD Indrasari.

- *Chemical Oxygen Demand* (COD)
 

Influen	: 228 mg/l
Effluen	: 55 mg/l
Efisiensi	: $\frac{228-55}{228} \times 100\%$
	: 75,8%
- *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)
 

Influen	: 141mg/l
Effluen	: 31 mg/l
Efisiensi	: $\frac{141-31}{141} \times 100\%$
	: 78 %

### 2. Kapasitas Pengolahan dan Waktu Detensi

Air limbah di RSUD Indrasari dialirkan ke dalam unit biofilter aerobik setelah melalui bak ekualisasi tipe *in line*. Artinya, seluruh air buangan yang akan dikelola dipompa dengan aliran konstan menuju ke unit biofilter. Oleh karena itu, kapasitas pengolahan merupakan parameter penting dalam proses pengolahan air limbah.

Perhitungan kapasitas pengolahan dilakukan dengan menghitung kapasitas IPAL ketika rumah sakit masih dalam kondisi tipe C dan ketika rumah sakit telah berganti status menjadi kelas B. Dari hasil perhitungan nanti dapat diketahui kapasitas

biofilter masih bisa menampung dan mengolah air limbah saat perubahan tipe rumah sakit.

1. Tipe C
  - Debit rata-rata (Q) :  $2,4 \text{ m}^3/\text{jam} = 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}$
  - Panjang : 6 m
  - Lebar : 3,84 m
  - Tinggi : 1,7 m
  - Waktu detensi :  $\text{Volume eksisting} / Q$   
:  $38,76 \text{ m}^3 / 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}$   
: 0,67 hari
2. Tipe B
  - Debit rata-rata (Q) :  $8,92 \text{ m}^3/\text{jam} = 214,08 \text{ m}^3/\text{hari}$
  - Panjang : 6 m
  - Lebar : 3,84 m
  - Tinggi : 1,7 m
  - Waktu detensi :  $\text{Volume eksisting} / Q$   
:  $38,76 \text{ m}^3 / 214,08 \text{ m}^3/\text{hari}$   
: 0,18 hari

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa unit biofilter masih dapat menampung debit air limbah baik saat RSUD Indrasari masih bertipe C maupun saat sudah menjadi tipe B.

### 3. **Organic Loading Rate (OLR)**

Nilai OLR menunjukkan massa BOD dalam setiap  $\text{m}^3$  air limbah yang akan diolah oleh mikroorganisme di dalam unit biofilter. OLR juga dapat dikatakan sebagai nutrisi bagi metabolisme biofilm. Untuk mengetahui nilai OLR, diperlukan data berupa konsentrasi influen dan effluen BOD. Dalam hal ini, hasil pengukuran pada tanggal 13 Februari dijadikan sebagai acuan penentuan nilai OLR karena memiliki konsentrasi paling besar. Perhitungan OLR dihitung saat rumah sakit masih bertipe C dan saat rumah sakit sudah bertipe B.

Diketahui:

- Debit kelas C :  $2,4 \text{ m}^3/\text{jam} = 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Debit kelas B :  $8,92 \text{ m}^3/\text{jam} = 214,08 \text{ m}^3/\text{hari}$
- BOD<sub>5</sub> influen [So] : 141 mg/l



BOD<sub>5</sub> effluen [Se] : 31 mg/l  
Volume biofilter : 38,76 m<sup>3</sup>

- OLR Rumah Sakit Tipe C

$$OLR = \frac{Q \times So}{V}$$

$$OLR = \frac{57,6 \frac{m^3}{hari} \times 0,141 \text{ kg/m}^3}{38,76 m^3} = 0,2 \text{ kg/m}^3 \text{ hari}$$

OLR tidak memenuhi kriteria desain yaitu 0,5 – 4 kg BOD/m<sup>3</sup>hari.

- OLR Rumah Sakit Tipe B

$$OLR = \frac{Q \times So}{V}$$

$$OLR = \frac{214,08 \frac{m^3}{hari} \times 0,141 \text{ kg/m}^3}{38,76 m^3} = 0,7 \text{ kg/m}^3 \text{ hari}$$

OLR memenuhi kriteria desain yaitu 0,5 – 4 kg BOD/m<sup>3</sup>hari.

#### 4. **Hydraulic Loading Rate (HLR)**

HLR memberikan kecepatan daya gerus biofilm yang akhirnya akan mendorong biofilm terlepas dari media untuk keluar dari reaktor. Perhitungan HLR membutuhkan data berupa debit dan luas dari biofilter. Data debit yang digunakan menyesuaikan debit rumah sakit tipe C dan juga debit rumah sakit saat sudah menjadi tipe B.

Diketahui:

Debit tipe C = 2,4 m<sup>3</sup>/jam = 57,6 m<sup>3</sup>/hari

Debit tipe B = 8,92 m<sup>3</sup>/jam = 214,08 m<sup>3</sup>/hari

Luas (A) = P x L

= 6 m x 3,84 m = 23,04 m<sup>2</sup>

- HLR Rumah Sakit Tipe C

$$HLR = \frac{Q}{A}$$

$$HLR = \frac{57,6 \frac{m^3}{hari}}{23,04 m^2} = 2,5 m^3 / m^2 hari$$

HLR memenuhi kriteria desain yaitu 1-5 m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>hari.

- HLR Rumah Sakit Tipe B

$$HLR = \frac{Q}{A}$$

$$HLR = \frac{214,08 \frac{m^3}{hari}}{23,04 m^2} = 9,27 m^3 / m^2 hari$$

HLR tidak memenuhi kriteria desain yaitu 1-5 m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup>hari.

## 5. Kebutuhan Oksigen

Kebutuhan oksigen di dalam unit biofilter ekuivalen dengan jumlah BOD yang dihilangkan. Menurut Said (2002), angka keamanan kebutuhan oksigen untuk biofilter aerob adalah 1,4.

Diketahui:

Debit kelas C	: 2,4 m <sup>3</sup> /jam = 57,6 m <sup>3</sup> /hari
Debit kelas B	: 8,92 m <sup>3</sup> /jam = 214,08 m <sup>3</sup> /hari
BOD <sub>5</sub> influen [So]	: 141 mg/l
BOD <sub>5</sub> effluen [Se]	: 31 mg/l
Suhu udara	: 30°C
$\alpha$	: 0,5
$\beta$	: 0,95 (KD: 0,95-0,98)
Cwalt (30°C)	: 7,63 (Reynold, 1996)
Fa	: 0,9
Cs	: 9,17 (Reynold, 1996)
Ct	: 2 mg/l
Berat udara	: 1,172 kg/m <sup>3</sup>
%Oksigen di udara	: 23,2%
Kapasitas transfer	: 266 m <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /jam
Daya blower	: 2,2 KW

- Kebutuhan Oksigen Rumah Sakit Tipe C

$$\begin{aligned} \text{Beban BOD} &= Q \times (So - Se) \\ &= 57,6 m^3/hari \times (0,141 - 0,031) kg/m^3 \\ &= 6,33 kg/hari \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{O}_2 \text{ Teoritis} &= \text{Beban BOD} \times \text{Faktor keamanan} \\
&= 6,33 \text{ kg/hari} \times 1,4 \\
&= 8,86 \text{ kg/hari} \\
\text{SOR} &= \text{O}_2 \text{ teoritis} \times \left[ \frac{b \times C_{\text{walt}} \times F_a - C_t}{C_s} \right] \times 1,024^{T-20} \times a \\
&= 8,86 \times \left[ \frac{0,95 \times 7,63 \times 0,9 - 2}{9,17} \right] \times 1,024^{30-20} \times 0,5 \\
&= 2,7 \text{ kg O}_2/\text{hari} \\
\text{Keb Udara} &= \frac{\text{SOR}}{\text{Berat udara} \times \% \text{ Oksigen di udara}} \\
&= \frac{2,7 \text{ kg/hari}}{1,172 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 23,2\%} \\
&= 9,92 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Keb Blower} &= \frac{\text{Kebutuhan Udara}}{\text{Kapasitas Transfer}} \\
&= \frac{9,92 \text{ m}^3/\text{hari}}{6384 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
&= 1 \text{ buah} \\
\text{Keb Energi} &= \text{Daya blower} \times 24 \text{ jam} \\
&= 2,2 \text{ KW} \times 24 \text{ jam} \\
&= 52,8 \text{ KWh}
\end{aligned}$$

Bila harga listrik 1 KWh adalah Rp.1467,28 /KWh, maka biaya operasional energi listrik untuk blower adalah:

$$\begin{aligned}
\text{Biaya} &= \text{Rp.1467,28/KWh} \times 52,8 \text{ KWh} \\
&= \text{Rp. 77.472 / hari}
\end{aligned}$$

Jumlah blower eksisting yang terdapat di RSUD Indrasari adalah 2 buah. Melalui hasil perhitungan, kapasitas sebuah blower masih dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk pengolahan air limbah rumah sakit saat masih bertipe C. Melalui hasil analisis dan pembahasan, kebutuhan oksigen lapangan adalah sebesar 2,7 kgO<sub>2</sub>/hari untuk mereduksi konsentrasi BOD dari 141 mg/l menjadi 31 mg/l sehingga membutuhkan blower yang dapat menyuplai udara sebesar 9,92 m<sup>3</sup>/hari.

- Kebutuhan Oksigen Rumah Sakit Tipe B

$$\begin{aligned}
\text{Beban BOD} &= Q \times (S_o - S_e) \\
&= 214,08 \text{ m}^3/\text{hari} \times (0,141 - 0,031) \text{ kg/m}^3 \\
&= 23,54 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

$$\text{O}_2 \text{ Teoritis} = \text{Beban BOD} \times \text{Faktor keamanan}$$

$$\begin{aligned}
&= 23,54 \text{ kg/hari} \times 1,4 \\
&= 32,96 \text{ kg/hari} \\
\text{SOR} &= 0,2 \text{ teoritis} \times \left[ \frac{b \times C_{\text{walt}} \times F_a - C_t}{C_s} \right] \times 1,024^{T-20} \times a \\
&= 32,96 \times \left[ \frac{0,95 \times 7,63 \times 0,9 - 2}{9,17} \right] \times 1,024^{30-20} \times 0,5 \\
&= 8,08 \text{ kg O}_2/\text{hari} \\
\text{Keb Udara} &= \frac{\text{SOR}}{\text{Berat udara} \times \% \text{ Oksigen di udara}} \\
&= \frac{8,08 \text{ kg/hari}}{1,172 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 23,2\%} \\
&= 29,71 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Keb Blower} &= \frac{\text{Kebutuhan Udara}}{\text{Kapasitas Transfer}} \\
&= \frac{29,71 \text{ m}^3/\text{hari}}{6384 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
&= 1 \text{ buah} \\
\text{Keb Energi} &= \text{Daya blower} \times 24 \text{ jam} \\
&= 2,2 \text{ KW} \times 24 \text{ jam} \\
&= 52,8 \text{ KWh}
\end{aligned}$$

Bila harga listrik 1 KWh adalah Rp.1467,28 /KWh, maka biaya operasional energi listrik untuk blower adalah:

$$\begin{aligned}
\text{Biaya} &= \text{Rp.1467,28/KWh} \times 52,8 \text{ KWh} \\
&= \text{Rp. 77.472 / hari}
\end{aligned}$$

Melalui hasil perhitungan, kapasitas sebuah blower masih dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk pengolahan air limbah rumah sakit saat sudah bertipe B. Melalui hasil analisis dan pembahasan, kebutuhan oksigen lapangan adalah sebesar 8,08 kgO<sub>2</sub>/hari untuk mereduksi konsentrasi BOD dari 141 mg/l menjadi 31 mg/l sehingga membutuhkan blower yang dapat menyuplai udara sebesar 29,71 m<sup>3</sup>/hari.

## 6. Hasil Analisis Kinerja Biofilter

Hasil analisis merupakan pembahasan dari keseluruhan yang telah dihitung mengenai parameter kerja dari unit biofilter aerob di RSUD Indrasari. Analisis didapatkan dengan cara membandingkan antara hasil perhitungan dengan kriteria desain untuk parameter kerjanya. Dari hasil analisis inilah nantinya akan dapat dimunculkan rekomendasi alternative penyelesaian

masalah. Hasil analisis dari kinerja bak biofilter dapat dilihat pada Tabel 5.5.

**Tabel 5. 5 Hasil Analisis Kinerja Biofilter**

No	Parameter	Kondisi Tipe C	Kondisi Tipe B	Kriteria Desain	Keterangan
1	<i>Organic Loading Rate</i>	0,2	0,7	0,5 - 4 kg BOD/m <sup>3</sup> hari	Tipe C tidak memenuhi, tipe B memenuhi
2	<i>Hydraulic Loading Rate</i>	2,5	9,27	1 - 5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> hari	Tipe C memenuhi, tipe B tidak
3	Waktu detensi	16	3,84	6-8 jam	Tipe C dan tipe B tidak memenuhi

Dapat dijelaskan kinerja biofilter aerobik adalah sebagai berikut:

1. *Organic Loading Rate*

OLR merupakan beban organik atau nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme dalam proses perkembangbiakan. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai OLR yang tidak memenuhi kriteria desain (0,5-4) kg BOD/m<sup>3</sup>hari yaitu sebesar 0,2 kg/m<sup>3</sup>hari ketika RSUD Indrasari masih bertipe C dan meningkat menjadi 0,7 kg/m<sup>3</sup>hari (memenuhi) ketika sudah bertipe B. Jika OLR tidak memenuhi, dapat menyebabkan terganggunya proses degradasi polutan organik oleh mikroorganisme. Pada proses pengolahan air limbah dibutuhkan nilai OLR yang memenuhi agar efisiensi proses tidak terganggu.

2. *Hydraulic Loading Rate*

HLR merupakan kapasitas pengolahan per satuan luas permukaan reaktor. Nilai HLR ini mempengaruhi efisiensi oksidasi. Efisiensi oksidasi dipengaruhi oleh banyaknya jumlah biofilm yang tumbuh pada media. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa nilai HLR biofilter memenuhi kriteria desain (1-5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>hari) yaitu sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>hari saat rumah sakit masih bertipe C. Namun saat rumah sakit

sudah bertipe B, nilai HLR berada di atas kriteria desain yaitu sebesar  $9,27 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hari}$ . Hal ini akan mengakibatkan terjadinya penggerusan terhadap mikroorganisme yang menempel pada media.

3. Waktu detensi

Waktu detensi merupakan lamanya air limbah berada di dalam tangki biofilter. Dari hasil analisis didapatkan bahwa ketika RSUD Indrasari masih bertipe C, waktu detensi dari air limbah tidak memenuhi kriteria desain (6-8 jam) yaitu sebesar 16 jam. Sedangkan ketika sudah berganti tipe menjadi B, waktu detensi juga tidak memenuhi kriteria desain yaitu selama 4 jam.

4. Kapasitas Pengolahan

Berdasarkan hasil perhitungan dari kapasitas pengolahan yang merupakan ketersediaan ruang dari biofilter untuk menampung debit air limbah yang masuk, didapatkan bahwa volume biofilter masih bisa menampung debit air limbah. Saat rumah sakit masih bertipe C dan saat rumah sakit sudah berganti tipe menjadi B, unit biofilter masih memiliki kapasitas penampungan.

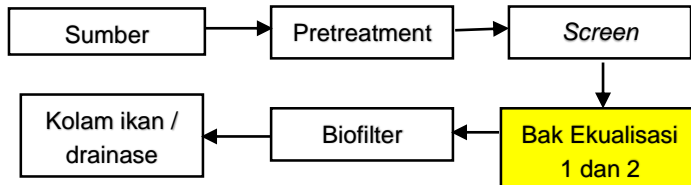
5. Kebutuhan Oksigen

Oksigen dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam membantu untuk mendegradasi polutan organik. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa sebenarnya kapasitas blower yang didesain untuk IPAL di RSUD Indrasari sangat jauh melebihi kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme. Blower memiliki kapasitas transfer oksigen sebesar  $266 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan disediakan sebanyak 2 buah. Saat rumah sakit masih bertipe C dan saat rumah sakit sudah berganti tipe menjadi B, sebuah blower masih mampu untuk menyuplai oksigen untuk mikroorganisme.

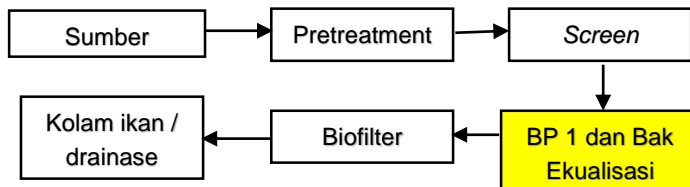
#### **5.1.4 Alternatif Penyelesaian Sistem IPAL**

Berdasarkan hasil evaluasi, pengelolaan limbah cair di RSUD Indrasari masih dapat dikembangkan agar lebih baik lagi. Penambahan jumlah bed yang diiringi dengan penambahan debit

akan dapat diantisipasi dengan perencanaan pengembangan. Adapun skema eksisting dari aliran IPAL dapat dilihat pada Gambar 5.2. Kemudian aliran IPAL dari hasil evaluasi pengelolaan limbah cair di RSUD Indrasari dapat dilihat pada Gambar 5.3.

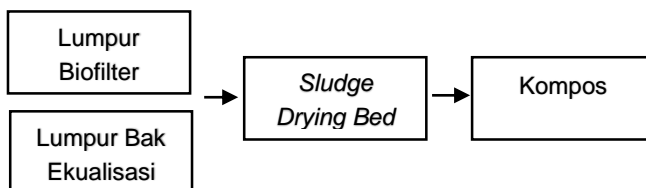


**Gambar 5. 2 Aliran IPAL Eksisting**

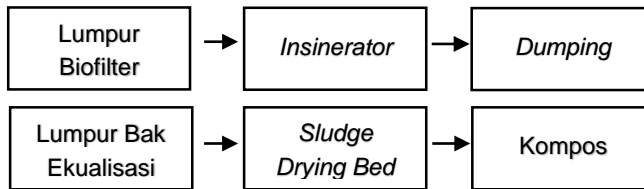


**Gambar 5. 3 Aliran IPAL Baru**

Pengolahan air limbah menghasilkan lumpur buangan, baik pada unit bak pengendap dan biofilter. Kondisi eksisting di RSUD Indrasari, pengurusan lumpur dilakukan setahun dua kali dan belum memiliki unit pengolahan lumpur. Perencanaan aliran lumpur di RSUD Indrasari dapat dibuat menjadi 2 alternatif. Alternatif pertama dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan alternatif kedua dapat dilihat pada Gambar 5.5.



**Gambar 5. 4 Alternatif 1 Pengolahan Lumpur**



**Gambar 5. 5 Alternatif 2 Pengolahan Lumpur**

Adapun dari kedua alternatif pengolahan lumpur, alternatif yang dipilih dalam perencanaan adalah alternatif kedua dengan pertimbangan:

- Lumpur masih bisa digunakan kembali sebagai kompos.
- Mencegah *over capacity* dari TPS B3 dan unit insinerator.

Perbaikan sistem yang diusulkan untuk pengelolaan limbah cair di RSUD Indrasari adalah sebagai berikut.

1. Menentukan penambahan bed maksimum

Perhitungan dari evaluasi mengasumsikan bahwa jumlah bed setelah mengalami peningkatan tipe adalah 350 buah bed. Namun ternyata, beberapa parameter seperti HLR dan waktu detensi sebagai parameter penting yang menentukan kinerja dari unit biofilter. Ketika RSUD Indrasari masih bertipe C, parameter HLR masih memenuhi kriteria desain yang diizinkan. Kriteria desain untuk HLR adalah dalam rentang 1-5  $m^3/m^2hari$ . Saat RSUD Indrasari telah mengalami peningkatan, nilai HLR yang didapatkan adalah 9,27  $m^3/m^2hari$  (tidak memenuhi kriteria desain).

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka direkomendasikan kepada pihak RSUD Indrasari untuk menambah bed tidak lebih dari perhitungan bed maksimum. Perencanaan awal tipe B:

$$HLR = \frac{Q}{A}$$

$$HLR = \frac{214,08 \frac{m^3}{hari}}{23,04 m^2} = 9,27 m^3/m^2hari$$



Jika dirancang dengan jumlah bed adalah 350 buah, maka perlu dilakukan pengaturan debit yang masuk ke dalam unit biofilter. Pengaturan debit dilakukan dengan mengatur debit dari pompa.

Debit rencana adalah:

$$\begin{aligned} Q \text{ maksimum} &= \text{HLR} \times A \\ &= 5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hari} \times 23,04 \text{ m}^2 \\ &= 115,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dengan debit sebesar 115,2 m<sup>3</sup>/hari, parameter HLR dapat terpenuhi sesuai kriteria desain. Penambahan debit yang diizinkan agar HLR memenuhi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Bed} &= \frac{Q \text{ baru}}{\frac{\text{Produksi Real Air Limbah}}{115,2 \text{ m}^3/\text{hari}}} \\ &= \frac{0,02 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 24 \text{ jam}}{115,2 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 240 \text{ bed} \\ \text{Waktu detensi} &= \frac{\text{Volume}}{Q \text{ baru}} \\ &= \frac{38,76 \text{ m}^3}{115,2 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 8,07 \text{ jam (memenuhi kriteria desain)} \\ \text{OLR} &= \frac{Q \times [So]}{V} \\ &= \frac{115,2 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,141 \text{ kg}/\text{m}^3}{38,76 \text{ m}^3} \\ &= 0,41 \text{ kg BOD}/\text{m}^3\text{hari (memenuhi)} \end{aligned}$$

Dengan jumlah bed sebanyak 240 buah, IPAL RSUD Indrasari dapat bekerja dengan maksimal karena semua parameter desain memenuhi. Apabila nantinya direncanakan penambahan bed lebih dari 240, RSUD Indrasari dapat merencanakan IPAL tambahan agar kinerja IPAL tetap maksimal.

## 2. Perencanaan bak ekualisasi sebagai bak pengendap

Bak ekualisasi di RSUD Indrasari terdiri dari 2 buah bak. Dilihat dari fungsi dan dimensi dari bak ekualisasi pertama, kecenderungannya adalah digunakan sebagai bak pengendap dikarenakan memiliki pompa pengurasan lumpur pada bagian

bawah. Namun, pada permukaan dari bak ekualisasi ini tidak memenuhi persyaratan sebagai bak pengendap karena tidak memiliki ruang lumpur sehingga akan menyebabkan kesulitan saat dilakukan pengurasan lumpur.

Oleh karena itu, rekomendasi untuk memecahkan masalah ini adalah dengan melakukan desain ruang lumpur di bak ekualisasi 1. Debit perencanaan yang digunakan adalah debit maksimum yang diizinkan untuk penambahan bed sebesar 240 buah. Perencanaan ruang lumpur adalah sebagai berikut:

Direncanakan:

Q : 4,8 m<sup>3</sup>/jam = 115,2 m<sup>3</sup>/hari

H settling : 2 m

[TSS]<sub>in</sub> : 332 mg/l = 0,332 kg/m<sup>3</sup>

% solid : 1,5 %

Sg : 1,02

P air : 1 gr/cm<sup>3</sup>

Menurut Metcalf dan Eddy (2004),

OVR : 20 – 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>hari

Waktu detensi : 1,5 – 2,5 jam

Perhitungan

- Menentukan waktu detensi dan OVR bak pengendap

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{V}{Q} \\ &= \frac{(3,6 \times 1,58 \times 2) \text{ m}^3}{115,2 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 0,098 \text{ hari} = 2,37 \text{ jam (memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OVR} &= \frac{Q}{A_s} \\ &= \frac{115,2 \text{ m}^3/\text{hari}}{3,6 \text{ m} \times 1,58 \text{ m}} \\ &= 20,20,21 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hari} \end{aligned}$$

- Menentukan %removal TSS menggunakan kurva persamaan pengendapan untuk bak pengendap 1.

$$\%R_{TSS} = \frac{td}{a + b \times td}$$

$$\%R\ TSS = \frac{2,37}{0,0075 + 0,014 \times 2,37}$$

$$\%R\ TSS = 58,25\%$$

- Menghitung nilai bilangan Reynold  
 Dimensi : P x L x T  
           : 3,6 m x 1,58 m x 2 m  
 Suhu : 30°C  
 $\nu$  : 0,8 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s  
 Q : 115,2 m<sup>3</sup>/hari

$$\text{Kecepatan (Vh)} = \frac{Q}{L \times H}$$

$$= \frac{115,2\ m^3/\text{hari}}{1,58\ m \times 2\ m}$$

$$= 4,21 \times 10^{-4}\ m/s$$

$$R = \frac{Ac}{P}$$

$$= \frac{1,58\ m \times 2\ m}{1,58 + (2 \times 2)}$$

$$= 0,56\ m$$

$$N\ Re = \frac{Vh \times R}{\nu}$$

$$= \frac{4,21 \times 10^{-4}\ \frac{m}{s} \times 0,56\ m}{0,8 \times 10^{-6}\ m^2/s}$$

$$= 266,1 < 2.000\ (\text{memenuhi})$$

Karena N Re sudah memenuhi persyaratan, maka tidak diperlukan desain *perforated baffled*.

- Menentukan produksi *dry solid*  
*Dry Solid* = %R TSS x [TSS]<sub>in</sub> x Q  
           = 58,25% x 0,332 kg/m<sup>3</sup> x 115,2 m<sup>3</sup>/hari  
           = 22,27 kg/hari

- Menentukan debit lumpur  
 $Q\ lumpur = \frac{\text{Dry Solid}}{Sg \times \text{pair} \times \%solid \times 1000}$

$$Q \text{ lumpur} = \frac{22,27 \text{ kg/hari}}{1,02 \times 1 \text{ gr/m}^3 \times 1,5\% \times 1000}$$

$$Q \text{ lumpur} = 1,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Pengurasan direncanakan adalah satu kali dalam 1 hari, maka volume ruang lumpur adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \text{ lumpur} \times \text{Waktu pengurasan} \\ &= 1,4 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 1,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Menentukan dimensi ruang lumpur
 

Luas atas (A1)	= (1,58 x 1,58) m <sup>2</sup>
Luas bawah (A2)	= (1 x 1) m <sup>2</sup>
H Lumpur	= 1 m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{H}{3} (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2}) \\ \text{Volume} &= \frac{1}{3} (2,4964 + 1 + \sqrt{2,4964 \times 1}) \\ \text{Volume} &= 1,69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Perencanaan *outlet*  
 Pelimpah direncanakan diarahkan melewati bagian samping dari bak pengendap dan diarahkan menuju ke bak ekualisasi.  
 Lebar outlet (B) = 30 cm = 0,3 m  
 Kedalaman = 30 cm = 0,3 m  
 Q = 115,2 m<sup>3</sup>/hari  
     = 1,33 x 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/detik

$$\begin{aligned} \text{Tinggi air di atas pelimpah} \\ Q &= 1,84 \times B \times H^{3/2} \\ 1,33 \times 10^{-3} &= 1,84 \times 0,3 \times H^{3/2} \\ H &= 0,018 \text{ m} \end{aligned}$$

### 3. Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur

Pengolahan air limbah menghasilkan sisa pengolahan berupa lumpur. RSUD Indrasari belum memiliki pengolahan lumpur. Untuk itu, dilakukan perencanaan unit pengolahan

lumpur dengan sistem resirkulasi di RSUD Indrasari menggunakan unit *sludge drying bed*.

Direncanakan:

Q : 4,8 m<sup>3</sup>/jam = 115,2 m<sup>3</sup>/hari

SRT : 10 hari

Y : 0,5

Kd : 0,06/ hari

### A. Perhitungan Produksi Lumpur

- Menghitung effluen BOD BP 1

$$\%R \text{ BOD} = \frac{td}{a + b \times td}$$

$$\%R \text{ BOD} = \frac{2,37}{0,018 + 0,02 \times 2,37}$$

$$\%R \text{ TSS} = 36,2 \%$$

$$[\text{BOD}]_{\text{in}} = 141 \text{ mg/l} = 0,141 \text{ kg/m}^3$$

$$[\text{BOD}]_{\text{out}} = 31 \text{ mg/l} = 0,031 \text{ kg/m}^3$$

$$[\text{So}] = (1 - \%R \text{ BOD}) \times [\text{BOD}]_{\text{in}}$$

$$= (1 - 0,362) \times 141 \text{ mg/l}$$

$$= 90 \text{ mg/l} = 0,09 \text{ kg/m}^3$$

$$[\text{Se}] = 31 \text{ mg/l} = 0,031 \text{ kg/m}^3$$

- Menghitung produksi lumpur BOD

$$Px = \frac{Q \times Y \times (So - Se)}{1 + Kd \times SRT}$$

$$Px = \frac{115,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,5 \times (0,09 - 0,03) \text{ kg/m}^3}{1 + \frac{0,06}{\text{hari}} \times 10 \text{ hari}}$$

$$Px = 2,16 \text{ kg/hari}$$

Direncanakan kadar solid = 2% dan air = 98% dengan Sg = 1,005 dan p air = 1 gr/cm<sup>3</sup>

$$\text{Massa lumpur} = \frac{Px}{\% \text{solid}}$$

$$\text{Massa lumpur} = \frac{2,16 \text{ kg/hari}}{2\%}$$

$$\text{Massa lumpur} = 108 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{\text{Massa lumpur}}{Sg \times \rho \text{ air} \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = \frac{108 \text{ kg/hari}}{1,005 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000}$$

$$\text{Debit lumpur} = 0,1 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jika pengurasan dilakukan sebanyak 1 kali sehari, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume lumpur} &= \text{Debit lumpur} \times 1 \text{ hari} \\ &= 0,1 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 0,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## B. Perencanaan *Sludge Drying Bed*

*Sludge drying bed* didesain untuk menerima produksi lumpur dari bak pengendap 1 yang direncanakan dan dari bak biofilter. Untuk produksi lumpur masing-masing proses dapat dilihat pada Tabel 5.6.

**Tabel 5. 6 Debit dan Massa Lumpur**

No	Tipe Lumpur	<i>Dry Solid</i> (kg/hari)	Debit (m <sup>3</sup> /hari)
1	Bak Pengendap 1	22,27	1,45
2	Bak Biofilter	2,16	0,1
<b>TOTAL</b>		<b>24,43</b>	<b>1,55</b>

Direncanakan:

Tebal lapisan lumpur = 30 cm

Rasio P : L = 2 : 1

Media:

- Lapisan pasir : *fine sand* (150 mm)  
                              *coarse sand* (150 mm)
- Lapisan kerikil : *fine gravel* (100 mm)  
                              *medium* (100 mm)  
                              *coarse gravel* (100 mm)

Rencana pengisian : 3 hari sekali

Pengeringan : 10 hari

Jumlah *cell* : 4

Perhitungan:

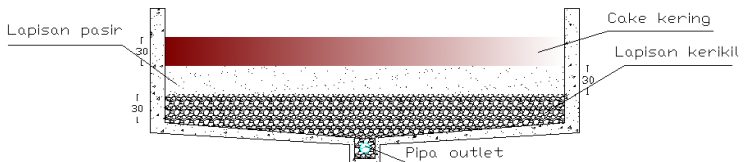
- Menghitung dimensi tiap bed  

$$\begin{aligned} \text{Volume lumpur tiap bed} &= Q \text{ lumpur} \times \text{Pengisian} \\ &= 1,55 \text{ m}^3/\text{hari} \times 3 \text{ hari} \\ &= 4,65 \text{ m}^3 \\ \text{Luas permukaan bed} &= \frac{\text{Volume lumpur tiap bed}}{\text{Tebal lapisan lumpur}} \\ &= \frac{4,65 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} \\ &= 13,2 \text{ m}^2 \\ \text{Luas} &= P \times L \text{ (P : L = 2 : 1)} \\ 13,2 \text{ m}^2 &= 2L^2 \\ L &= \sqrt{\frac{13,2}{2}} \\ &= 2,5 \text{ m} \\ P &= 2,5 \text{ m} \times 2 \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

Jika direncanakan untuk ketinggian, *Freeboard* = 0,3 m, maka dapat dihitung ketinggian total.

$$\begin{aligned} \text{Ketinggian total} &= H \text{ lumpur} + H \text{ media} + \text{freeboard} \\ &= 0,3 \text{ m} + 0,6 \text{ m} + 0,3 \text{ m} \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Sketsa gambar SDB dapat dilihat pada Gambar 5.6.



**Gambar 5. 6 Sketsa SDB**

- Menghitung sistem *underdrain*  
 Direncanakan:  
 Kecepatan air *underdrain* : 0,6 m/s  
 Kadar air di *cake sludge* : 80 %

**Menghitung kadar solid campuran**

% Solid lumpur BP 1 : 1,5 %

% Solid lumpur bio : 2 %

*Dry solid* lumpur BP 1 : 22,27 kg/hari

*Dry solid* lumpur bio : 2,16 kg/hari

Solid BP 1 = % solid BP 1 x *dry solid* BP 1

$$= 1,5 \% \times 22,27 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,33 \text{ kg/hari}$$

Solid biofilter = % solid biofilter x *dry solid biofilter*

$$= 2 \% \times 2,16 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,04 \text{ kg/hari}$$

Solid campuran =  $\frac{\text{Solid BP 1} + \text{Solid BP 2}}{\text{Total dry solid}} \times 100\%$

$$= \frac{0,33 + 0,04}{24,43} \times 100\%$$

$$= 1,51 \%$$

Kadar air = 98,49 %

**Volume cake kering tiap pengisian**

$$V1 = \frac{\text{Volume} \times (1 - \text{kadar air})}{1 - \text{kadar air cake solid}}$$

$$= \frac{4,65 \times (1 - 0,9849)}{1 - 0,8}$$

$$= 0,35 \text{ m}^3$$

**Volume air tiap pengisian**

$$V2 = (V \text{ sludge} \times \% \text{ air}) - (V \text{ cake} \times \% \text{ air})$$

$$= (4,65 \text{ m}^3 \times 98,49\%) - (0,35 \text{ m}^3 \times 80\%)$$

$$= 4,3 \text{ m}^3$$

Pipa yang digunakan adalah pipa dengan diameter 50 mm karena volume air yang kecil.

- Jadwal pengisian, pengeringan, dan pengurasan  
Jumlah cell direncanakan sebanyak 4 buah dengan waktu pengurasan 10 hari dan pengeringan 1 hari. Jadwal dapat dilihat pada Tabel 5.7.



**Tabel 5. 7 Pengisian, Pengeringan, dan Pengurasan SDB**

Cell	Hari ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															

**Lanjutan Tabel 5.7**

Cell	Hari ke-																	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1																		
2																		
3																		
4																		

Keterangan:

Kuning = Pengisian (3 hari sekali)

Hijau = Pengeringan (10 hari)

Merah = Pengurasan (1 hari)

#### 4. Mengalirkan Limbah Toilet Langsung ke IPAL

Kondisi eksisting di RSUD Indrasari adalah, effluen dari toilet akan dialirkan menuju ke tangki septik. Kemudian, outlet dari tangka septik akan dialirkan menuju IPAL. Padahal, jika rumah sakit memiliki sistem IPAL, maka seluruh outlet dari toilet seharusnya langsung dialirkan menuju ke sistem IPAL. Dengan kapasitas IPAL yang masih mumpuni, maka *blackwater* yang berasal dari toilet dapat dalirkan langsung menuju ke IPAL.

#### 5. Pemanfaatan Lumpur SDB

Lumpur SDB yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk, baik secara langsung ataupun dengan penambahan kotoran sapi dan serbuk gergaji untuk meningkatkan kadar

Kalium. Adapun jika dilakukan pencampuran antara lumpur SDB, kotoran sapi, dan serbuk gergaji, agar mendapatkan hasil ideal diperlukan perbandingan 50:25:25.

Contoh perhitungan:

Massa lumpur SDB	= 12 kg
Total campuran	= 24 kg
Serbuk gergaji	= 25% x 24 kg
	= 6 kg
Kotoran sapi	= 25% x 24 kg
	= 6 kg

Lumpur : Kotoran sapi : Serbuk gergaji = 12 : 6 : 6

Selanjutnya, pupuk ini dapat dimanfaatkan langsung untuk menyuburkan tanaman. Alternatif lainnya, pupuk ini dapat dimanfaatkan untuk mempercepat pematangan komposter aerobik yang berasal dari sampah kebun. Gambar komposter di RSUD indrasari dapat dilihat pada Gambar 5.7.



**Gambar 5. 7 Komposter RSUD Indrasari**

#### 6. *Maintenance* IPAL

IPAL di RSUD Indrasari harus selalu dirawat agar kinerja dan efektivitas kerjanya selalu terjaga. Adapun di RSUD Indrasari, perawatan IPAL termasuk ke dalam ranah kerja dari bagian sanitasi dengan pelaksana lapangan sebanyak 2 orang. Adapun perawatan yang perlu dilakukan menurut

Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Fasilitas Kesehatan dari Kementerian Kesehatan RI adalah sebagai berikut.

- Perawatan Bak Kontrol

Bak kontrol berfungsi untuk mengontrol aliran air limbah yang dibawa dari sumber menuju ke unit IPAL utama di RSUD Indrasari. Terdapat 4 tipe bak kontrol di RSUD Indrasari yaitu tipe A, B, C, dan D yang diurutkan berdasarkan aliran IPAL, dengan artian bak kontrol D adalah yang langsung mengarah ke IPAL. Perawatan yang harus dilakukan terhadap bak kontrol antara lain:

1. Harus dipastikan bahwa sedapat mungkin di dalam aliran IPAL tidak terdapat sampah padat seperti plastik, kain, batu, *softex*, dan lain-lain. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembersihan secara rutin minimal seminggu sekali untuk menghindari terjadinya penyumbatan padatan.
2. Untuk bak kontrol yang di dalamnya terdapat pompa untuk mengalirkan air ke unit pretreatment, perlu dilakukan pembersihan rutin pula pada pompa.

- Perawatan Pompa

Perlu diperhatikan bahwa pompa air yang mengalirkan air dari bak ekualisasi ke unit biofilter saat ini memiliki kapasitas yang sangat besar yaitu sebesar 10 m<sup>3</sup>/jam. Saat ini, usia pompa adalah 3 tahun. Pada saat umur pompa telah mencapai batas umur operasional maksimum (5 tahun), pompa harus diganti menyesuaikan dengan debit air limbah eksisting. Jika debit yang direncanakan untuk jumlah bed 240, maka debit pompa yang dibutuhkan adalah 4,8 m<sup>3</sup>/jam.

- Perawatan Unit *Screen*

Pemeliharaan unit *screen* dilakukan dengan cara membersihkan sampah-sampah yang tersangkut pada *screen*. Pembersihan dapat dilakukan secara rutin antara 2-3 hari sekali.

- Penambahan teknisi IPAL  
RSUD Indrasari saat ini hanya memiliki 1 orang petugas yang bekerja untuk mengelola unit IPAL. Hal ini disebabkan karena IPAL bekerja dengan prinsip semi otomatis. Dengan adanya penambahan unit *sludge drying bed*, maka dibutuhkan tambahan petugas yang mengelola IPAL.

## **5.2 Pengelolaan Limbah Medis Padat**

Pengelolaan limbah medis padat harus benar-benar memperhatikan dari segala aspek misalnya dari segi kesehatan khususnya lingkungan sekitar, fasilitas yang di gunakan, tenaga kesehatan yang bertugas dalam hal ini serta meminimalisir resiko terjadinya penyebaran penyakit dan kecelakaan kerja. Pada umumnya pengelolaan limbah medis padat akan memiliki penerapan pelaksanaan yang berbeda-beda antara fasilitas-fasilitas kesehatan, yang umumnya terdiri dari pemilahan, pewadahan, pengangkutan, Tempat Penampungan Sementara (TPS), dan pengolahan termal.

Adapun dasar dari pengelolaan limbah medis padat di RSUD Indrasari adalah hasil survey lapangan, kuisisioner, serta wawancara yang telah dilakukan saat pra penelitian.

### **5.2.1 Produksi Limbah Medis Padat**

Limbah medis padat di RSUD Indrasari bersumber dari pelayanan rawat inap, perawatan rawat jalan, Instalasi Gawat Darurat (UGD), pelayanan laboratorium, dan pelayanan farmasi. Limbah medis padat di RSUD Indrasari terdiri dari limbah benda tajam, limbah infeksius, limbah sitotoksis, dan limbah farmasi. Limbah medis padat diangkut sekali dalam dua hari dari tiap-tiap wadah yang sudah disediakan. Limbah medis padat yang ditemukan di RSUD Indrasari dapat dilihat pada Tabel 5.8. Isi dari wadah limbah medis padat dapat dilihat pada Gambar 5.8.

**Tabel 5. 8 Jenis Limbah Medis Padat**

No	Sumber	Jenis Limbah
1	Rawat Inap	Sarung tangan, masker, jarum suntik, kasa bekas darah, kapas, botol obat, botol infus
2	Rawat Jalan	Sarung tangan, masker, jarum suntik, kasa bekas darah, botol obat
3	UGD	Sarung tangan, masker, jarum suntik, kasa bekas darah, kapas, botol obat, botol infus, selang
4	Laboratorium	Jarum suntik, botol bekas reagen, kapas bekas, kasa bekas, masker, sarung tangan, kertas saring
5	Farmasi	Sisa racikan obat, pipet, obat kadaluarsa

**Gambar 5. 8 Limbah Medis Padat dalam Wadah**

Adapun setelah dilakukan pengumpulan, limbah medis padat akan terlebih dahulu ditimbang massanya sebelum masuk ke insinerator sebagai pengolahan termal. Penimbangan dilakukan di dalam gudang insinerator. Data mengenai massa limbah medis padat yang didapat dari data sekunder yang dikumpulkan mulai dari tanggal 5 Februari 2018 sampai 12 Februari 2018 dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5. 9 Massa Limbah Medis Padat RSUD Indrasari**

No	Hari, Tanggal	Massa Limbah (kg/hari)
1	Senin, 5 Februari 2018	24,5
2	Rabu, 7 Februari 2018	33,3
3	Jum'at, 9 Februari 2018	29,8
4	Minggu, 11 Februari 2018	19,1
5	Senin, 12 Februari 2018	19,7
<b>Total</b>		<b>126,4</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>25,28</b>

Sumber: Laporan Harian Limbah Medis Padat

Dari data di atas, dapat dihitung total massa limbah medis padat di RSUD Indrasari:

Massa tiap hari : Massa rata-rata  
: 25,28 kg/hari

Jika pewadahan di RSUD Indrasari menggunakan tempat sampah plastik dengan berat sampah di dalamnya 3 kg dan dimensi dari wadah sendiri adalah:

P : 0,3 m  
L : 0,15 m  
T : 0,4 m

Maka dapat ditentukan nilai dari densitas limbah medis padat di RSUD Indrasari.

$$\rho = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$$

$$\rho = \frac{3 \text{ kg}}{(0,3 \times 0,15 \times 0,4) \text{ m}^3} = 166,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Jadi, dapat dihitung pula volume harian limbah medis padat di RSUD Indrasari. Massa dan volume limbah medis padat dapat dilihat pada Tabel 5.10. Contoh perhitungan tanggal 5 Februari 2018:

$$\text{Volume} = \frac{\text{Massa}}{\rho}$$

$$\text{Volume} = \frac{24,5}{166,6} = 0,14 \text{ m}^3/\text{hari}$$

**Tabel 5. 10 Massa dan Volume Limbah Medis Padat**

No	Hari, Tanggal	Massa Limbah (kg/hari)	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Senin, 5 Februari 2018	24,5	0,14
2	Rabu, 7 Februari 2018	33,3	0,19
3	Jum'at, 9 Februari 2018	29,8	0,17
4	Minggu, 11 Februari 2018	19,1	0,11
5	Senin, 12 Februari 2018	19,7	0,11
<b>Total</b>		<b>126,4</b>	<b>0,72</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>25,28</b>	<b>0,14</b>

Sumber: Laporan Harian Limbah Medis Padat

Dari data di atas, dapat dihitung total massa limbah medis padat di RSUD Indrasari apabila nanti dilakukan peningkatan tipe menjadi B.

Massa rata-rata : 25,28 kg/hari

Jumlah bed eksisting : 120 bed

Jumlah bed rencana : 350 bed

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Produksi limbah tiap bed} &= \frac{\text{Massa rata-rata}}{\text{Jumlah bed eksisting}} \\ &= \frac{25,28 \text{ kg/hari}}{120 \text{ bed}} \\ &= 0,21 \text{ kg/bed hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proyeksi produksi limbah} &= \text{Produksi limbah tiap bed} \times 350 \\ &= 0,21 \text{ kg/bed hari} \times 350 \text{ bed} \\ &= 73,5 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{73,5 \text{ kg/hari}}{166,6 \text{ kg/m}^3} \\ &= 0,44 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

### 5.2.2 Evaluasi Pengurangan dan Pewadahan

Upaya pengurangan pada sumber terhadap produksi limbah medis padat di RSUD Indrasari dilakukan dengan penggantian termometer dari termometer merkuri menjadi termometer digital. Hal ini telah sesuai dengan Permen LHK No 56 Tahun 2016.

Adapun dari segi pemilahan, RSUD Indrasari sudah memisahkan antara limbah medis padat dengan limbah non medis padat.

Untuk pewadahan sendiri, wadah telah sesuai dengan persyaratan yang ditentukan seperti memiliki tutup dan wadah yang anti bocor. Namun di sisi lain, pewadahan di RSUD Indrasari masih memiliki kekurangan dari segi pemilahan jenis limbah medis berdasarkan sifatnya, diantaranya:

1. Di RSUD Indrasari hanya dilakukan pemisahan antara limbah jarum suntik dengan limbah medis padat secara umum. Artinya, limbah dengan sifat infeksius, sitotoksik, dan limbah farmasi dikumpulkan pada satu wadah yang sama. Kemudian juga untuk wadah yang digunakan di ruang perawatan untuk limbah medis dan non medis hanya terdiri dari satu warna saja yaitu warna coklat dan yang menjadi pembeda adalah label dan tidak memiliki simbol.
2. RSUD Indrasari tidak melakukan daur ulang limbah yang masih bisa digunakan. Hal ini bisa dilihat dari tidak adanya sterilisasi terhadap alat-alat yang masih bisa digunakan seperti botol kaca. Botol kaca di RSUD Indrasari dimusnahkan di unit insinerator.

### **5.2.3 Evaluasi Pengangkutan Internal**

Pengangkutan internal yang dimaksudkan di sini adalah pengangkutan yang berawal dari tempat penampungan awal (dari tiap-tiap ruang perawatan) menuju ke insinerator. Proses pengangkutan internal dilakukan sekali dua hari pada sore hari di RSUD Indrasari dengan petugas pengangkutan hanya sebanyak 1 orang menggunakan kereta dorong.

Kesalahan yang terjadi di RSUD Indrasari dari segi pengangkutan internal limbah medis padat antara lain:

1. Saat proses pengangkutan internal dilakukan, terkadang wadah di tiap ruangan sudah melebihi  $\frac{3}{4}$  volume totalnya saat pengangkutan dilakukan.
2. Pengangkutan internal hanya dilakukan oleh 1 orang petugas sehingga proses pengangkutan internal berlangsung lebih lama.
3. Jalan yang digunakan menuju ke tempat penyimpanan adalah jalan yang sama dengan yang digunakan oleh pengunjung.



4. Kereta dorong yang digunakan didesinfeksi/ dibersihkan seminggu sekali, padahal pengangkutan internal dilakukan sebanyak sekali dalam dua hari.

#### 5.2.4 Evaluasi Pengolahan Termal

RSUD Indrasari telah memiliki izin penggunaan insinerator yang mana telah tercantum di dalam dokumen UKL-UPL. Limbah medis padat yang telah dikumpulkan dari tiap-tiap ruangan di RSUD Indrasari selanjutnya dibawa ke gudang insinerator sebelum masuk ke unit insinerator. Di gudang insinerator dilakukan penimbangan terlebih dahulu. Pembakaran di insinerator dilakukan pada pagi hari pukul 05.00 WIB.

Pemusnahan limbah medis di insinerator dilakukan dengan suhu pembakaran sekitar  $800^{\circ}\text{C}$  –  $1000^{\circ}\text{C}$ . Sebelum dilakukan pemusnahan, terlebih dahulu untuk limbah jarum suntik, dihancurkan menggunakan unit SYRO. Proses pembakaran dilakukan selama 2 jam pembakaran dengan pemasukan limbah sebanyak 1 kali. Insinerator memiliki dua buah tungku pembakaran. Tungku pembakaran pertama diatur untuk suhu  $800^{\circ}\text{C}$  dan tungku pembakaran kedua memiliki suhu  $1000^{\circ}\text{C}$ . Semua limbah medis padat yang ada akan dimusnahkan di unit insinerator sehingga tidak ada limbah medis padat yang akan dijual ke pengumpul barang bekas.

Adapun beban eksisting (tidak mempertimbangkan faktor kompaksi saat pengangkutan) yang ditampung di dalam unit insinerator setiap kali dioperasikan dapat dihitung sebagai berikut.

Kapasitas insinerator	: $0,75 \text{ m}^3$
Volume limbah eksisting	: $0,14 \text{ m}^3/\text{hari}$
Pembakaran	: 2 hari sekali
Volume tipe B	: $0,44 \text{ m}^3/\text{hari}$
Maka,	
Volume saat operasi	$= \text{Volume limbah} \times \text{Pembakaran}$ $= 0,14 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2 \text{ hari}$ $= 0,28 \text{ m}^3$
Volume sisa	$= \text{Kapasitas} - \text{Volume Operasi}$ $= 0,75 \text{ m}^3 - 0,28 \text{ m}^3$ $= 0,47 \text{ m}^3$

Sementara itu, saat RSUD Indrasari sudah berstatus sebagai rumah sakit tipe B, beban saat insinerator beroperasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume saat operasi} &= \text{Volume tipe B} \times \text{Pembakaran} \\
 &= 0,44 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2 \text{ hari} \\
 &= 0,88 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume sisa} &= \text{Kapasitas} - \text{Volume Operasi} \\
 &= 0,75 \text{ m}^3 - 0,88 \text{ m}^3 \\
 &= -0,13 \text{ m}^3 \text{ (tidak cukup)} \\
 \text{Jumlah bed maksimum} &= \text{Kapasitas} - \text{Volume Operasi} \\
 &= 0,75 \text{ m}^3 - 0,88 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sisa pembakaran dihasilkan dari insinerator akan langsung dikeluarkan ketika proses pembakaran telah dilakukan dan mesin insinerator telah dingin. Sisa pembakaran insinerator dimasukkan ke dalam wadah berupa karung dan kemudian ditimbang. Adapun prosedur penggunaan insinerator yang tidak sesuai dengan peraturan antara lain:

1. Efisiensi pembakaran dari unit insinerator tidak memenuhi persyaratan menurut Permen LHK No 56 Tahun 2016 yaitu paling sedikit 99,9 %. Hal ini dapat terjadi karena botol-botol kaca ikut dimusnahkan di insinerator sehingga sisa pembakaran belum habis terbakar.

Kemudian perhitungan efisiensi dapat dilakukan dengan membandingkan massa awal limbah medis padat dengan massa setelah pembakaran.

Contoh perhitungan tanggal 5 Februari:

Massa limbah awal : 24,5 kg

Massa limbah setelah insinerasi : 7 kg

$$\% \text{Pembakaran} = \frac{\text{Massa awal} - \text{Massa akhir}}{\text{Massa awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{Pembakaran} = \frac{24,5 - 7}{24,5} \times 100\% = 71,4 \%$$

Gambar 5.9 menunjukkan residu insinerator dan Tabel 5.11 menunjukkan efisiensi pembakaran insinerator selama seminggu.



**Gambar 5. 9 Residu Insinerator**

**Tabel 5. 11 Efisiensi Pembakaran Insinerator**

<b>No</b>	<b>Hari, Tanggal</b>	<b>Massa Awal (kg)</b>	<b>Massa Akhir (kg)</b>	<b>% Pembakaran</b>
<b>1</b>	Senin, 5 Februari 2018	24,5	7	71,4 %
<b>2</b>	Rabu, 7 Februari 2018	33,3	9,6	71,7 %
<b>3</b>	Jum'at, 9 Februari 2018	29,8	7,4	75,1 %
<b>4</b>	Minggu, 11 Februari 2018	19,1	5,8	69,6 %
<b>5</b>	Senin, 12 Februari 2018	19,7	3,3	83,2 %
<b>Total</b>		<b>126,4</b>	<b>33,1</b>	
<b>Rata-rata</b>		<b>25,28</b>	<b>6,62</b>	<b>74,2 %</b>

2. Suhu insinerator dalam memusnahkan limbah medis padat seharusnya memiliki suhu minimal 1200<sup>0</sup> C menurut Permen LH No 56 Tahun 2016. Dalam pengoperasiannya, insinerator di RSUD Indrasari hanya berada pada suhu sekitar 800 <sup>0</sup>C -1000 <sup>0</sup>C. Hal ini dapat mengakibatkan efisiensi pembakaran tidak mencapai suhu minimal pembakaran.

3. Jumlah bed maksimum yang diizinkan agar insinerator dengan skema pembakaran 2 hari sekali adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas insinerator} &: 0,75 \text{ m}^3 \\ \text{Produksi limbah} &: 0,21 \text{ kg/bed hari} \\ \rho &: 166,6 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Massa} &= \rho \times \text{Kapasitas insinerator} \\ &= 166,6 \text{ kg/m}^3 \times 0,75 \text{ m}^3 \\ &= 125 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bed} &= \frac{\text{Massa}}{\text{Produksi limbah}} \\ &= \frac{125 \text{ kg}}{0,21 \frac{\text{kg}}{\text{bed hari}}} \\ &= 595 \text{ bed hari}\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah bed} = \frac{595 \text{ bed hari}}{2 \text{ hari}} = 297 \text{ bed}$$

### 5.2.5 Evaluasi Penyimpanan dan Pengangkutan

RSUD Indrasari memiliki izin penyimpanan limbah B3 yang tercantum di dalam dokumen UKL-UPL. Rumah sakit ini memiliki sebuah Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) limbah B3 yang terletak di sebelah unit insinerator dengan dimensi 6,1 m x 4 m. TPS B3 ini menyimpan limbah yang berasal dari hasil pembakaran di insinerator dan limbah B3 non medis seperti bohlam, *spray*, baterai, dan tinta refil dengan produksi sebesar 25 kg/bulan. Masa penyimpanan di TPS B3 ini adalah selama 90 hari sebelum diangkut oleh pihak ketiga yang mana dalam hal ini RSUD Indrasari bekerja sama dengan PT. Kenali Indah Sejahtera yang bertempat di Provinsi Jambi. Tampak luar TPS B3 dapat dilihat di Gambar 5.10.



**Gambar 5. 10 TPS B3 RSUD Indrasari**

TPS B3 dilengkapi dengan rak yang telah diberikan label tanpa simbol sesuai dengan jenis dari limbah B3 yang disimpan. Untuk pemilihan lokasi TPS telah sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu terdapat pada lokasi yang bebas banjir dan tidak rawan bencana alam. Lokasi juga telah diberi penanda dan berada jauh dari keramaian. Lantai TPS B3 terbuat dari beton sehingga lantai kedap air.

Penangkutan eksternal oleh pihak ketiga juga lebih mudah untuk dilakukan karena lokasi TPS B3 berada di dekat jalan. Adapun pengelolaan limbah medis padat dari sisi penyimpanan dan pengangkutan eksternal yang tidak sesuai dengan peraturan yang berlaku antara lain:

1. Belum tersedia sumber air atau keran yang berada di dekat lokasi. Selain itu juga peralatan kebersihan dan APD tidak berada di dekat lokasi. Hal ini dapat menyulitkan petugas untuk mengedepankan faktor keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Pembersihan TPS B3 jarang dilakukan. Pembersihan dilakukan hanya sekali dalam seminggu. Hal ini dikarenakan keterbatasan dari jumlah petugas yang mengurus masalah limbah medis padat.
3. Limbah B3 yang disimpan di TPS B3 ini diwadahi di dalam wadah berupa karung bekas dengan kapasitas 50 kg. Hal yang ditemukan di RSUD Indrasari adalah volume dari wadah tidak disesuaikan dengan peraturan karena wadah

terisi penuh. Padahal seharusnya, volume maksimal adalah  $\frac{3}{4}$  dari volume total wadah. Selain itu ditemukan juga ditemukan wadah yang diikat dengan model telinga kelinci. Semua ini bertentangan dengan Lampiran III Permen LHK No 56 Tahun 2016.

4. Wadah untuk setiap jenis limbah B3 tidak diletakkan pada rak yang telah disediakan karena ukuran rak tidak cukup besar. Akibatnya, wadah dari tiap jenis limbah B3 diletakkan secara bebas pada lantai dengan diberi label berupa tulisan pada wadah dan tidak diberikan simbol.
5. Penyimpanan limbah medis padat dan limbah B3 non medis tidak dilakukan secara benar menurut kompartabilitas penyimpanan limbah B3. Limbah yang sudah disimpan di dalam wadah karung diletakkan tidak sesuai karakteristik limbahnya dan peletakan dilakukan semuatnya.
6. Ketidaksiplinan dari pihak ketiga dalam mengangkut limbah B3 membuat TPS B3 di RSUD Indrasari seringkali *over capacity* dikarenakan dimensi dari TPS B3 ini yang tidak cukup besar. kondisi di dalam TPS B3 dapat dilihat pada Gambar 5.11.



**Gambar 5. 11 Kondisi TPS B3**

#### **5.2.6 Perbaikan Pengelolaan Limbah Medis Padat**

Setelah dilakukan evaluasi dari kinerja pengelolaan limbah medis padat di RSUD Indrasari, dapat dimunculkan beberapa

rekomendasi agar pengelolaan dapat sesuai dengan peraturan yang berlaku serta memperbaiki hal-hal yang belum sesuai.

1. Pengurangan dan Pewadahan

Rekomendasi pengelolaan limbah medis padat RSUD Indrasari berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan dari segi pengurangan antara lain:

- Melakukan daur ulang untuk melakukan minimasi produksi limbah medis padat untuk barang-barang seperti botol kaca. Botol kaca dapat disterilkan terlebih dahulu.
- Melakukan pemantauan terhadap aliran kimia dan keperluan obat-obatan.



Rekomendasi pengelolaan limbah medis padat dari segi pewadahan berdasarkan hasil evaluasi antara lain:

- Melakukan pemilahan lebih lanjut terhadap berbagai jenis limbah medis padat yang dihasilkan. Saat ini, limbah medis di RSUD Indrasari hanya dipisahkan menjadi dua yaitu limbah medis padat dan limbah jarum suntik tanpa pemilahan lebih lanjut dari jenis-jenis limbahnya. Menurut Permen LHK No 56 Tahun 2016, pewadahan berdasarkan jenis limbah dilakukan dengan membedakan warna kemasan dapat dilihat pada Tabel 5.12. Selain itu, pada setiap wadah perlu dilakukan pemberian label dan simbol limbah medis padat yang dapat dilihat pada Tabel 5.13.

**Tabel 5. 12 Pewadahan Limbah Medis Padat**

No	Warna	Jenis Limbah
1	Kuning	Limbah infeksius dan patologis
2	Ungu	Limbah sitotoksik
3	Cokelat	Limbah bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, atau sisa kemasan, dan limbah farmasi

**Tabel 5. 13 Simbol Pewadahan Limbah Medis Padat**

No	Jenis Limbah	Simbol
1	Infeksius	
2	Sitotoksik	

## 2. Pengangkutan Internal

Rekomendasi pengelolaan limbah medis padat RSUD Indrasari dari segi pengangkutan internal berdasarkan hasil evaluasi sesuai dengan Permen LHK No 56 Tahun 2015 antara lain:

- Kantong limbah untuk mengumpulkan limbah yang digunakan memiliki dimensi 0,3 m x 0,4 m x 0,15 m (PxTxL). Pengangkutan internal dilakukan sekali dalam dua hari. Akibatnya, dalam proses pengangkutan seringkali volume kantong limbah melebihi  $\frac{3}{4}$  dari volume total. Hal yang dapat dilakukan oleh pihak RSUD Indrasari adalah menambah jumlah kantong plastik saat melakukan pengangkutan internal.
- Berdasarkan hasil rekomendasi dari pewadahan, maka dapat pula dilanjutkan rekomendasi untuk pengangkutan internal. Limbah yang telah berada di dalam wadah sesuai kategori selanjutnya dapat dipisahkan sesuai karakteristiknya pada proses pengangkutan internal. Caranya adalah dengan memberikan simbol dan label pada setiap wadah plastik yang digunakan untuk mengangkut.
- Perlu dilakukan penataan ulang terhadap jalur pengumpulan limbah medis padat di RSUD Indrasari sehingga tidak melewati jalan yang banyak digunakan oleh pengunjung atau pasien.
- Kereta dorong yang digunakan untuk mengumpulkan limbah medis padat harus disterilkan menggunakan desinfeksi



setiap setelah proses pengangkutan dilakukan. Hal ini dilakukan untuk mencegah penyebaran penyakit.

### 3. Pengolahan Termal

Rekomendasi pengelolaan limbah medis padat RSUD Indrasari dari segi pengolahan termal berdasarkan hasil evaluasi sesuai dengan Permen LHK No 56 Tahun 2015 antara lain:

- Memaksimalkan suhu pembakaran agar efisiensi pembakaran dapat sesuai dengan persyaratan.
- Tidak mengikutkan botol kaca dalam pembakaran di insinerator. Kaca memiliki sifat apabila sudah dibakar dan kemudian mendingin, akan kembali memadat. Limbah medis berupa botol kaca dapat didaur ulang dengan disterilkan terlebih dahulu menggunakan *autoclave* sehingga dapat digunakan kembali. Pembakaran botol kaca akan membuat kinerja dari insinerator menjadi kurang maksimal.
- Hasil evaluasi menunjukkan bahwa ketika RSUD Indrasari nantinya telah mengalami peningkatan tipe menjadi B, produksi limbah medis padatnya juga akan meningkat dan menyebabkan kapasitas insinerator eksisting tidak mampu untuk menampung. Untuk mengatasi agar hal ini tidak terjadi, maka skema pembakaran harus diubah dari sekali dalam dua hari menjadi setiap hari. Dengan demikian, kapasitas insinerator masih dapat menampung produksi limbah medis padat yang meningkat.

### 4. Penyimpanan dan Pengangkutan Eksternal

Rekomendasi pengelolaan limbah medis padat RSUD Indrasari dari segi pengolahan termal berdasarkan hasil evaluasi sesuai dengan Permen LHK No 56 Tahun 2015 antara lain:

- Di sekitar lokasi TPS B3 belum terdapat keran air untuk pembersihan. RSUD Indrasari dapat menyediakan sumber air keran di dekat lokasi TPS B3 untuk mempermudah petugas untuk melakukan pembersihan setelah bekerja. Fasilitas pembersihan diri yang tersedia di dekat lokasi TPS B3 hanya berupa antiseptik.

- Menyediakan fasilitas Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker dan sarung tangan di TPS B3. Hal ini bertujuan selain untuk mengedepankan faktor keselamatan dan kesehatan kerja dari petugas.
- Pemberian label dan simbol untuk setiap karung limbah medis padat sesuai dengan karakteristiknya karena kondisi eksisting pemberian label dan simbol ini sangat jarang digunakan.
- Pembersihan TPS B3 harus dilakukan secara rutin setiap harinya atau minimal dibersihkan saat dioperasikan yaitu ketika menyimpan limbah baru.
- Limbah B3 yang disimpan di TPS B3 RSUD Indrasari diletakkan secara sembrono di lantai tanpa alas. Oleh karena itu, rekomendasi yang diberikan adalah tidak meletakkan karung limbah B3 medis langsung di lantai dan ditata menurut kompatibilitas sifat limbahnya. Perlu dibuatkan penyangga pada lantai agar karung berisi limbah tidak langsung diletakkan di lantai.
- Di TPS B3 RSUD Indrasari kerap kali ditemukan karung yang sudah penuh dengan limbah. Oleh karena itu, perlu untuk mempersiapkan karung limbah lebih banyak lagi agar isinya tidak melebihi batas yang diizinkan yaitu  $\frac{3}{4}$  dari total volume karung. Kemudian untuk cara pengikatan, tidak boleh menggunakan metode ikat telinga kelinci. Tata cara mengikat karung dapat dilihat pada Tabel 5.14.

**Tabel 5. 14 Cara Pengikatan Limbah Medis**

No	Langkah	Gambar
1	Limbah harus ditempatkan di dalam wadah sesuai dengan karakteristik limbah	

- 
- 2 Tarik karung secara perlahan sehingga udara dalam karung berkurang. Dilarang untuk mendorong karung ke bawah atau melubanginya untuk mengeluarkan udara



- 
- 3 Putar ujung atas karung untuk membentuk keping tunggal



- 
- 4 Tidak boleh mengikat dengan metode ikat telinga kelinci








---

### 5.2.7 Skema Pengelolaan Limbah Medis Padat

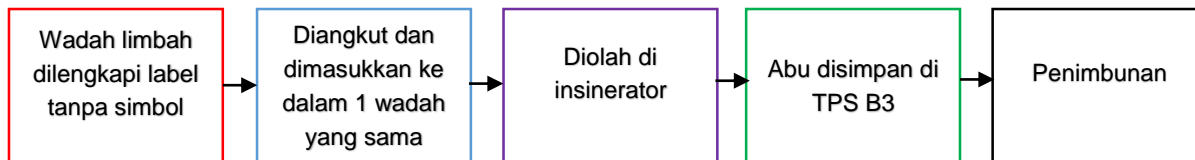
Melalui hasil evaluasi, pengelolaan limbah medis padat di RSUD Indrasari masih belum bisa dikatakan maksimal. Hal ini dapat ditinjau dari segi mulai dari pengurangan sampai ke penyimpanan, masih terdapat banyak ketidaksesuaian antara kondisi eksisting dengan kondisi ideal pengelolaan limbah medis menurut peraturan yang berlaku. Untuk menutupi gap yang ada dari kondisi eksisting dengan kondisi ideal, diperlukan skema baru dalam pengelolaan limbah medis padat di RSUD Indrasari. Skema lama pengelolaan limbah medis padat dapat dilihat pada Gambar

5.12 sampai Gambar 5.14. Sedangkan skema baru pengelolaan limbah medis padat dapat dilihat pada Gambar 5.15 sampai Gambar 5.22 dengan keterangan sebagai berikut.

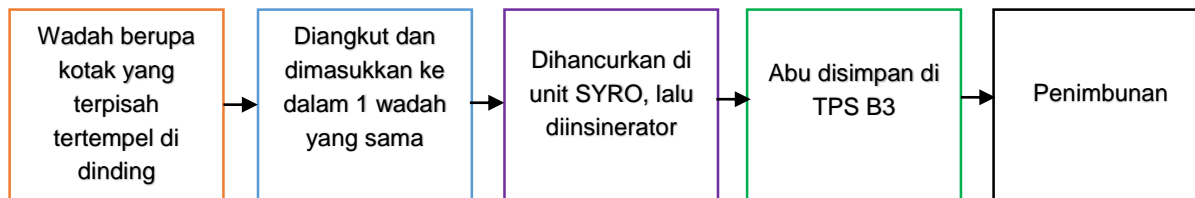
-  = Pewadahan
-  = Pengangkutan
-  = Pengolahan
-  = Penyimpanan
-  = Pembuangan akhir



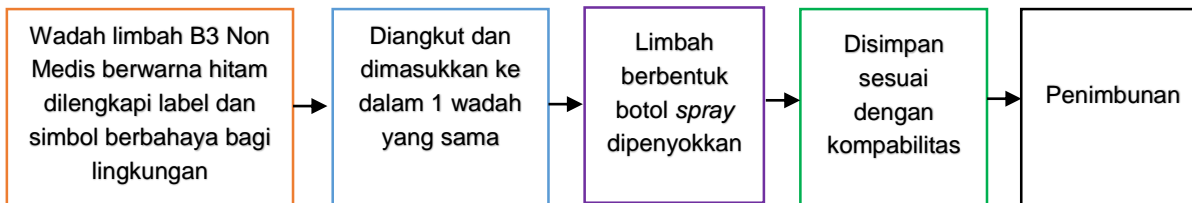
**Gambar 5. 12 Skema Pengelolaan L B3 Non Medis**



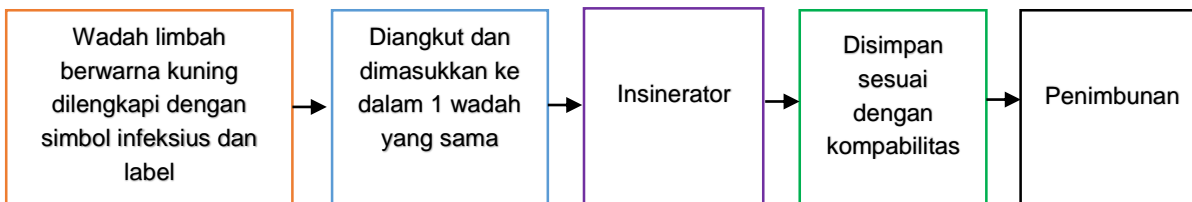
**Gambar 5. 13 Skema Pengelolaan L B3 Medis**



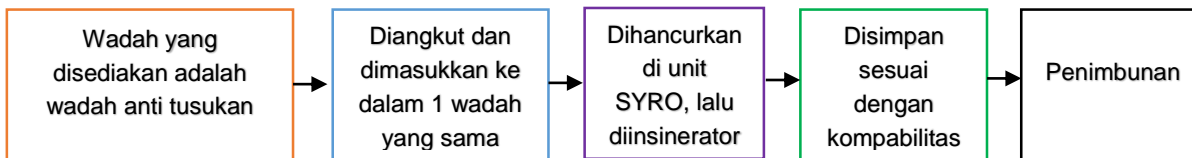
**Gambar 5. 14 Skema Pengelolaan L Tajam**



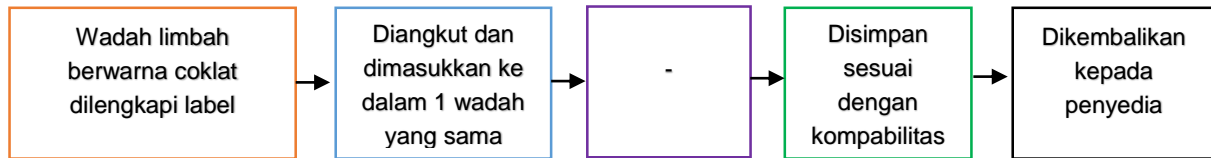
**Gambar 5. 15 Skema Baru Pengelolaan L B3 Non Medis**



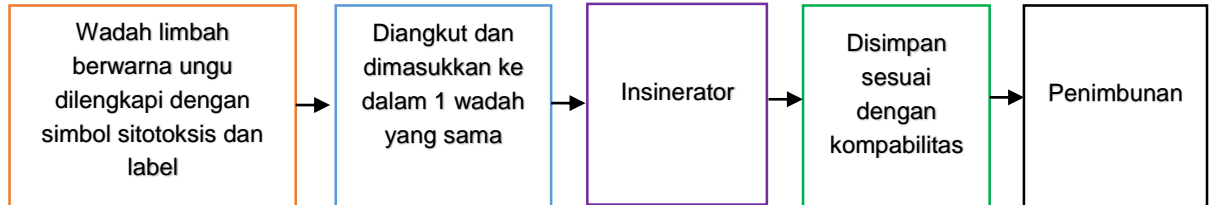
**Gambar 5. 16 Skema Baru Pengelolaan L Infeksius**



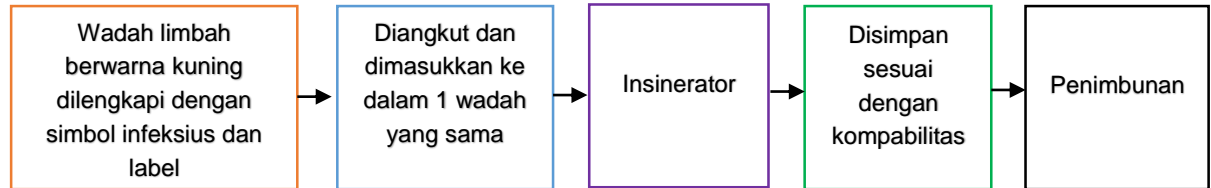
**Gambar 5. 17 Skema Baru Pengelolaan L Tajam**



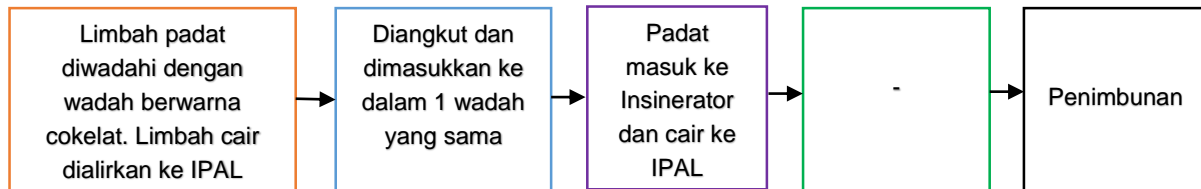
**Gambar 5. 18 Skema Baru Pengelolaan L Farmasi**



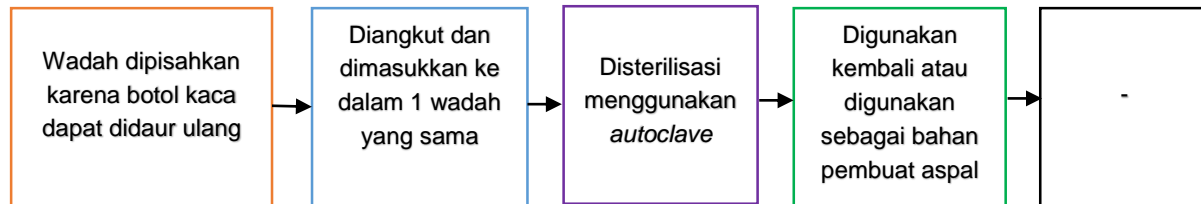
**Gambar 5. 19 Skema Baru Pengelolaan L Sitotoksik**



**Gambar 5. 20 Skema Baru Pengelolaan L Patogen**



**Gambar 5. 21 Skema Baru Pengelolaan L Kimia B3**



**Gambar 5. 22 Skema Baru Pengelolaan L Kaca**



### 5.3 Rangkuman Hasil Evaluasi dan Penyelesaian

Hasil evaluasi dan rekomendasi pengelolaan limbah cair dan medis padat di RSUD Indrasari setelah penambahan jumlah bed dapat dilihat pada Tabel 5.15.

**Tabel 5. 15 Rangkuman Hasil Evaluasi dan Penyelesaian**

No	Kondisi Eksisting	Evaluasi	Rekomendasi
<b>Limbah Cair</b>			
1	Terdapat 2 buah bak ekualisasi yang mana bak pertama difungsikan sebagai pengendap lumpur dan bak kedua sebagai bak ekualisasi.	Bak ekualisasi seharusnya tidak difungsikan sebagai pengendap lumpur karena fungsinya untuk meratakan air limbah.	Bak ekualisasi kedua didesain sebagai bak pengendap dengan penambahan ruang lumpur dengan dimensi luas atas 1,58 m x 1,58 m dan luas bawah 1 m x 1 m dengan ketinggian 1,3 m dengan tujuan mempermudah pengurasan lumpur. Skema baru dapat dilihat pada Gambar 5.3.
2	Perencanaan penambahan bed menjadi sebesar 350 buah yang dihitung pada perencanaan membuat parameter HLR dan waktu detensi biofilter berubah menjadi sebesar 9,27 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> hari dan 3,84 jam.	Nilai HLR untuk unit biofilter aerobik adalah 1-5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> hari dan untuk waktu detensi sebesar 6-8 jam.	Jumlah bed maksimum agar IPAL dapat menampung debit dan kualitas air limbah yang dihasilkan adalah sebesar 240 bed karena parameter desain seperti HLR yaitu 5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> hari dan waktu detensi sebesar 8,07 jam.
3	RSUD Indrasari belum memiliki unit pengolahan lumpur dari IPAL.	Lumpur hasil pengolahan dari IPAL bersifat tidak stabil sehingga berbahaya bila langsung dibuang ke lingkungan.	Perencanaan unit pengolahan lumpur yaitu <i>sludge drying bed</i> (SDB) dengan dimensi 5 m x 2,5 m x 1,2 m yang dilengkapi dengan SOP. Gambar dan SOP dapat dilihat pada lampiran.
4	Unit SDB akan menghasilkan lumpur kering hasil pengolahan air limbah.	Perlu dilakukan pemanfaatan terhadap lumpur yang dihasilkan dari unit SDB.	Lumpur kering dapat dimanfaatkan sebagai kompos dengan campuran kotoran sapi dan serbuk gergaji dengan perbandingan 50 : 25 : 25.
5	Kapasitas pompa pada bak ekualisasi adalah 10 m <sup>3</sup> /jam.	Pompa yang digunakan untuk mengalirkan air dari bak ekualisasi ke biofilter berkapasitas sangat besar melebihi debit yang tersedia.	Penggantian pompa yang disesuaikan dengan debit aktual air limbah saat umur pompa sudah memasuki 5 tahun.
6	Pengecekan bak kontrol dilakukan saat terjadi masalah pada aliran air limbah.	Pengecekan seharusnya dilakukan secara rutin agar mencegah terjadinya penyumbatan.	Pengecekan bak kontrol dilakukan secara rutin minimal satu minggu sekali.
7	Pembersihan saluran <i>screen</i> jarang dilakukan sehingga sampah menumpuk pada bak.	Saluran <i>screen</i> seharusnya dibersihkan secara rutin agar tidak terjadi penyumbatan.	Pembersihan unit <i>screen</i> secara rutin.
8	Teknisi yang mengurus masalah IPAL sebanyak 1 orang saja.	Jumlah teknisi tidak mencukupi untuk melakukan <i>maintenance</i> yang sempurna.	Penambahan teknisi IPAL yang disesuaikan dengan ranah kerjanya.
<b>Limbah Medis Padat</b>			
1	Pewadahan dibagi menjadi 3 jenis wadah yaitu limbah non medis, limbah medis, dan limbah jarum suntik.	Pewadahan limbah medis padat dilakukan berdasarkan karakteristik limbah.	Pewadahan dilakukan dengan menyediakan wadah untuk limbah infeksius, limbah sitotoksik, limbah benda tajam, limbah farmasi, dan limbah non medis. Ketentuan simbol dan warna dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.
2	Tidak dilakukan daur ulang limbah.	Daur ulang limbah medis padat perlu dilakukan untuk meminimasi jumlah timbulan.	Mendaur ulang limbah botol kaca dengan sterilisasi sehingga dapat digunakan kembali.

**Lanjutan Tabel 5.15.**

<b>3</b>	Terdapat limbah obat kadaluarsa.	Limbah obat kadaluarsa diolah di unit insinerator.	Melakukan pemantauan terhadap aliran farmasi sehingga obat kadaluarsa dapat dikembalikan kepada penyedia.
<b>4</b>	Pada saat proses pengangkutan internal, plastik sering penuh.	Volume plastik untuk pengangkutan yang diizinkan maksimal adalah 3/4 dari volume plastik.	Penambahan jumlah kantong plastik saat melakukan pengangkutan internal.
<b>5</b>	Kereta dorong yang digunakan untuk mengangkut jarang dibersihkan.	Kereta dorong yang digunakan untuk mengangkut limbah medis padat akan terkontaminasi sehingga perlu dibersihkan secara rutin.	Pembersihan kereta dorong setiap selesai melaksanakan pengangkutan internal.
<b>6</b>	Suhu pembakaran berkisar 800-1000 °C.	Suhu pembakaran yang tidak maksimum menyebabkan efisiensi pembakaran tidak sesuai peraturan.	Memaksimalkan suhu pembakaran menjadi 800-1200 °C.
<b>7</b>	Fasilitas kebersihan dan APD di sekitar TPS B3 tidak disediakan.	Pengadaan fasilitas kebersihan dan APD diperlukan untuk mengedepankan faktor keselamatan.	Penyediaan alat kebersihan dan APD sehingga faktor keselamatan dapat dikedepankan.
<b>8</b>	Peletakan karung berisi limbah B3 secara sembrono langsung di lantai.	Peletakan karung tidak boleh langsung pada lantai.	Tidak meletakkan limbah langsung dilantai dan disusun sesuai dengan kompatibilitas limbah.
<b>9</b>	Karung limbah hanya dituliskan jenis limbahnya namun tidak ada pemberian simbol pada karung limbah B3.	Karung limbah tidak cukup diberikan label saja, perlu dilengkapi dengan simbol.	Pemberian simbol pada karung yang berisi limbah B3.
<b>10</b>	Kapasitas insinerator adalah 0,75 m <sup>3</sup> .	Perencanaan jumlah bed sebesar 350 menyebabkan kapasitas pembakaran di insinerator tidak mencukupi.	Jumlah bed maksimum dengan skema pembakaran di insinerator sebanyak 2 hari sekali adalah 297 buah. Apabila penambahan lebih dari 297, skema pengangkutan internal dan pembakaran harus diubah menjadi sekali sehari.
<b>11</b>	Karung penyimpanan seringkali penuh.	Volume karung penyimpanan yang diizinkan maksimal adalah 3/4 dari volume karung.	Penambahan jumlah karung yang digunakan untuk menyimpan limbah.

## 5.4 Analisis Finansial Perencanaan

Aspek finansial terdiri dari *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang didasarkan atas kebutuhan bangunan yang akan direncanakan. Dalam penelitian ini, analisis finansial yang akan dihitung adalah pada perencanaan unit SDB dan ruang lumpur bak ekualisasi.

### 5.4.1 *Bill of Quantity* (BOQ)

*Bill of Quantity* (BOQ) merupakan perhitungan suatu bahan atau bangunan untuk mengetahui jumlah atau volume yang dibutuhkan dalam perencanaan.

#### 1. BOQ *Sludge Drying Bed*

Direncanakan:

- Jumlah unit = 4 unit
- Panjang (P) = 5 m
- Lebar (L) = 2,5 m
- H total = 1,2 m
- Hfilter kerikil = 0,3 m
- Hfilter pasir = 0,3 m
- Tebal beton (tb) = 0,15 m

Perhitungan:

##### a. Menentukan volume galian tanah

$$\begin{aligned}V_{\text{galian tanah total}} &= (P + 2 \times tb) \times (L + 2 \times tb) \times (H + tb) \\&= (5 + 2 \times 0,15) \times (2,5 + 2 \times 0,15) \times (1,2 + 0,15) \\&= 20,034 \text{ m}^3\end{aligned}$$

##### b. Menentukan volume beton

$$\begin{aligned}V_{\text{galian tanah tanpa beton}} &= P \times L \times H \\&= 5 \times 2,5 \times 1,2 \\&= 15 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{beton}} &= V_{\text{galian tanah total}} - V_{\text{galian tanah tanpa beton}} \\&= 20,034 \text{ m}^3 - 15 \text{ m}^3 \\&= 5,034 \text{ m}^3\end{aligned}$$

##### c. Menentukan volume media filter

$$V_{\text{media pasir}} = P \times L \times H_{\text{filter pasir}}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{media kerikil}} &= (5 \times 2,5 \times 0,3) \text{ m}^3 \\
 &= 3,75 \text{ m}^3 \\
 &= P \times L \times H_{\text{filter kerikil}} \\
 &= (5 \times 2,5 \times 0,3) \text{ m}^3 \\
 &= 3,75 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lengkap untuk BOQ unit SDB dapat dilihat pada Tabel 5.16.

## 2. BOQ Ruang Lumpur

### Direncanakan:

- Luas atas = 2,4964 m<sup>2</sup>
- Luas bawah = 1 m<sup>2</sup>
- H ruang lumpur = 1,3 m
- Tebal beton = 0,1 m

### Perhitungan:

#### a. Menentukan volume galian tanah

$$\begin{aligned}
 Volume &= \frac{H}{3} (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2}) \\
 Volume &= \frac{1,3}{3} (2,8224 + 1,21 + \sqrt{2,8224 \times 1,21}) \\
 Volume &= 2,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### b. Menentukan volume beton

$$\begin{aligned}
 Volume &= \frac{H}{3} (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2}) \\
 Volume &= \frac{1,3}{3} (2,4964 + 1 + \sqrt{2,4964 \times 1}) \\
 Volume &= 2,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{beton}} &= V_{\text{galian tanah total}} - V_{\text{galian tanah tanpa beton}} \\
 &= 2,5 \text{ m}^3 - 2,2 \text{ m}^3 \\
 &= 0,3 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lengkap untuk BOQ ruang lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.17.

**Tabel 5. 16 *Bill of Quantity* SDB**

No.	Uraian	Volume/ panjang	Jumlah unit	Total	Satuan
<b>Penggalian</b>					
1	Volume galian	20,03	4	80,12	m <sup>3</sup>
2	Volume beton	5,03	4	20,12	m <sup>3</sup>
3	Volume media filter pasir	3,75	4	15	m <sup>3</sup>
4	Volume media filter kerikil	3,75	4	15	m <sup>3</sup>
<b>Perpipaan</b>					
1	Gate valve	1	4	12	Buah
2	Elbow 90°	1	4	12	buah
3	Pipa outlet ∅ 50 mm	4	4	16	buah
4	Pipa inlet air limbah ∅ 100 mm / 4 m	4	4	16	buah

**Tabel 5. 17 *Bill of Quantity* Ruang Lumpur**

No.	Uraian	Volume	Total	Satuan
<b>Penggalian</b>				
1	Volume galian	2,5	2,5	m <sup>3</sup>
2	Volume beton	0,3	0,3	m <sup>3</sup>

#### 5.4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah suatu rencana yang disusun untuk mengetahui tentang perkiraan (estimasi) anggaran biaya yang harus dikeluarkan untuk pekerjaan suatu bangunan. RAB unit SDB dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan RAB ruang lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.19.

1. Penggalan 1 m<sup>3</sup> tanah, lebih dalam dari 1 m:

<b>Upah</b>			
1,05 oh	Pekerja	@ Rp. 75.000	Rp. 78.750
0,067 oh	Mandor	@ Rp. 10.000	Rp. 670
<b>Total</b>			<b>Rp. 79.420</b>

2. Pembuatan beton 1 m<sup>3</sup> beton bertulang

<b>Upah</b>			
0,264 oh	Mandor	@ Rp. 100.000	Rp. 26.400
1,311 oh	Tukang	@ Rp. 90.000	Rp. 117.990
0,277 oh	Tukang	@ Rp. 80.000	Rp. 22.160
1,059 oh	Tukang	@ Rp. 70.000	Rp. 115.500
5,351 oh	Pembantu tukang	@ Rp. 70.000	Rp. 374.570
<b>Bahan</b>			
8,4 zak	Semen	@ Rp. 89.250	Rp. 749.700
0,54 m <sup>3</sup>	Pasir cor	@ Rp. 210.375	Rp. 113.602
0,81 m <sup>3</sup>	Batu pecah	@ Rp. 490.875	Rp. 397.608
157,5 m <sup>3</sup>	Besi beton	@ Rp. 13.500	Rp. 2.126.250
3,2	Paku usuk	@ Rp. 14.800	Rp. 47.360
2,8 lembar	<i>Plywood</i>	@ Rp. 105.000	Rp. 105.000
2,25 kg	Kawat beton	@ Rp. 26.900	Rp. 195.525
0,24 m <sup>3</sup>	Kayu meranti	@ Rp. 3.350.400	Rp. 804.096
0,16 m <sup>3</sup>	Kayu meranti	@ Rp. 4.711.500	Rp. 753.840
1,6 L	Minyak bekisting	@ Rp. 30.100	Rp. 48.160
<b>Total</b>			<b>Rp. 5.997.761</b>

## 1. RAB *Sludge Drying Bed*

**Tabel 5. 18 RAB *Sludge Drying Bed***

No.	Uraian	Volume /panjang	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga (Rp)
1	Penggalian	80,12	m <sup>3</sup>	Rp. 79.420	Rp. 6.363.130
2	Beton bertulang	20,12	m <sup>3</sup>	Rp. 5.997.761	Rp. 120.674.951
3	Media Pasir	15	m <sup>3</sup>	Rp. 112.359	Rp. 1.685.385
4	Media Kerikil	15	m <sup>3</sup>	Rp. 328.950	Rp. 4.934.250
5	Pipa inlet Ø 100 mm	4	m	Rp. 85.808	Rp. 343.232
6	Pipa underdrain Ø 50 mm	4	m	Rp. 27.158	Rp. 108.632
7	<i>Elbow</i> 90°	4	Buah	Rp. 32.258	Rp. 129.032
8	<i>Stopkran</i>	4	Buah	Rp. 40.418	Rp. 161.672
<b>Jumlah (Rupiah)</b>					<b>Rp. 134.400.284</b>

## 2. RAB Ruang Lumpur

**Tabel 5. 19 RAB Ruang Lumpur**

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga (Rp)
1	Penggalian	2,5	m <sup>3</sup>	Rp. 79.420	Rp. 198.550
2	Beton bertulang	0,3	m <sup>3</sup>	Rp. 5.997.761	Rp. 1.799.328
<b>Total</b>					<b>Rp. 1.997.878</b>

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di RSUD Indrasari Rengat, maka dapat disimpulkan:

1. Peningkatan tipe rumah sakit RSUD Indrasari dari C menjadi B yang disertai dengan penambahan bed minimal 200 buah dengan konsekuensi penambahan produksi air limbahnya masih dapat ditampung oleh IPAL eksisting. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, jumlah bed maksimum di RSUD Indrasari agar unit IPAL berjalan dengan baik adalah 240 buah bed karena memenuhi parameter desain. Kemudian lumpur hasil pengolahan perlu diolah sehingga direncanakan unit SDB agar nantinya lumpur dapat dimanfaatkan. Untuk mempermudah pengurusan lumpur, bak ekualisasi 1 didesain sebagai bak pengendap dengan perencanaan ruang lumpur. Setelah itu, penataan terhadap *maintenance* IPAL perlu dilakukan dengan penambahan SOP pengontrolan.
2. Peningkatan jumlah bed RSUD Indrasari akan menambah pula produksi limbah medis padatnya. Kondisi eksisting pengelolaan limbah medis padat di RSUD Indrasari saat berstatus sebagai tipe C belum dapat dikatakan baik karena masih banyak yang belum sesuai dengan peraturan yang berlaku. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, sistem pengelolaan limbah medis padat dapat diperbaiki mulai dari pewadahan, pengangkutan internal, pengolahan termal, dan penyimpanan di TPS B3 yang disesuaikan dengan Permen LHK No 56 Tahun 2015. Kemudian, skema pembakaran dan pengangkutan internal eksisting yaitu 2 hari sekali, perlu diubah menjadi setiap hari ketika jumlah bed yang ada di RSUD Indrasari sebesar 297 buah.

## **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kajian terhadap aspek keselamatan dan kesehatan kerja di RSUD Indrasari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmito, W. 2008, *Audit Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Alwan, G. M. 2008. *pH-Control Problems of Wastewater Treatment Plants*. Al-Khwarizmi Engineering Journal, 4(2): 37- 45.
- Anonim. 2016. *Dokumen UKL-UPL RSUD Indrasari Rengat 2016*.
- Arfan, H. H., Zubair, A., Alproyono. 2012. *Studi Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUP. Dr. Wahidin Sudirohusodo*. Jurnal Penelitian Teknik Sipil.
- Arsad, A. K., Selomo, M., Ruslan. 2014. *Studi Kualitas Limbah Cair di Rumah Sakit Umum Daerah Tulehu Provinsi Maluku*. Makassar.
- Askarian M., Vakili, Kabir, G. 2004. *Results of a hospital waste survey in private hospital in Fars Province, Iran*. Waste management, 24, 347-352.
- Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Pruss, A., Rushbook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S., dan Zghondi, R. 2005. *Safe Management of Wastes from Health-care Activities, Second Edition*. World Health Organization. Geneva.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204 Tahun 2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: Ditjen PPM dan PLP.
- Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2011. *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Biofilter Anaerobik Aerobik pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta.
- Dwinovantyo, A. 2011. *Verifikasi Metode COD secara ASTM D 1252, Photometri SQ 118 dan EPA 410.3, Salinitas berdasarkan Standard Method 16th Edition dan Horiba U-10, dan DO secara yodometri dengan metode SNI 06-6989.14-2004*. Bogor.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- El-Gawad, A.H.A., Aly, M.A. 2011. *Assessment of Aquatic Environmental for Wastewater Management Quality in the Hospitals: a Case Study*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(7): 474-782.

- Gautam, A.K., Kumar, S., Sabumon, P.C. 2007. *Preliminary Study of Physico-Chemical Treatment Options for Hospital Wastewater*. Journal of Environmental Management. 83, 298-306.
- Hamid, A.S.N., Malek, C.A.N., Mokhtar, H., Mazlan, S.W., Tajuddin, M.R. 2015. *Removal of Oil and Grease from Wastewater Using Natural Adsorbents*. Jurnal Teknologi (Science & Engineering) 78:5-3. Selangor: UTM Press.
- Herlambang, A.R., Marsidi. 2003. *Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitrat*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 4(1): 46-55.
- Jameel, A. T., Muyubi, S.A., Karim, M.I.A., Alam, M.Z. 2011. *Removal of Oil and Grease as Emerging Pollutants of Concern (EPC) In Wastewater Stream*. IIUM Engineering Journal 12(4). Kuala Lumpur: Bioenvironmental Engineering Research Unit.
- Jolibois, B., Guebert, M., 2005. *Hospital Wastewater Genotoxicity. Annals of Occupational Hygiene Advance Annals of Occupational Hygiene*. 10,1093.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204 Tahun 2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: Ditjen PPM dan PLP.
- Luo, X., Yan, Q., Wang, Y., Luo, C., Zhou, N., Jian, C. 2015. *Treatment of Ammonia Nitrogen Wastewater in Low Concentration by Two-Stage Ozonization*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12: 11975-11987.
- Masduqi, A., Assomadi, F. A. 2016. *Operasi dan Proses Pengolahan Air Edisi Kedua*. Surabaya: ITS Press.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA.
- Morel, A., Diener, S. 2006. *Greywater Management in Low and Middle-Income Countries, Review of Different Treatment Systems for Households or Neighbourhoods*. Dübendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Nurdijanto, S.A., Purwanto., Sasongko, S.B. 2011. *Rancang Bangun dan Rekayasa Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*. Jurnal Ilmu Lingkungan: 9 (1).

- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 340 Tahun 2010 Tentang Klasifikasi Rumah Sakit.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 56 Tahun 2014 Tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 56 Tahun 2015 Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 Dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Departemen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Prayitno, Kusuma, Z., Yanuwadi, B., Laksmono, W., R. 2013. *Study of Hospital Wastewater Characteristic in Malang City. Research Inventy: International Journal of Engineering and Science*, (2) 2: 2278-4721
- Qasim, S.R. 1985. *Wastewater Treatment Plants*. Canada: CBS College Publishing.
- Rahmiasari, P. 2006. *Pemanfaatan Lumpur dari Sludge Drying Bed pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Sewon, Bantul, dengan Penambahan Serbuk Gergaji dan Kotoran Sapi Untuk Kompos*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Reinhardt, P.A., Gordon, G.J. 1991. *Textbook of Infectious and Medical Waste Management*. Lewis Publisher Inc. Michigan.
- Retno, P. W. 2014. *Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju – Sumatera Selatan)*.
- Said, N. I. 2002. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Biofilter "Upflow"*. Jakarta: BPPT.
- Saraswati., Puji, S. 2000. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah, Laboratorium Teknik Penyehatan dan Lingkungan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

- Sasse, L. 1998. *Dewats: Decantralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Delhi: India.
- Trihadiningrum, Y. 2016. *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)*. Yogyakarta: Teknosain.
- Tsakona, M., Anagnostopoulou, E., dan Gidakos, E. 2007. *Hospital Waste Management and Toxicity Evaluation: A Case Study Waste Management*.
- Wijeyekoon, S., Mino, T., Satoh, H., dan Matsuo, T. 2000. *Growth and Novel Structural Features of Turbular Biofilms*. *Journal Water Science and Technology*, (41)4-5:129-138.

## LAMPIRAN A: Penelitian Air Limbah

### 1. Prosedur Pengukuran Debit

Pengukuran fluktuasi debit IPAL rumah sakit dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada tanggal 10 Februari 2018 (hari libur), 13 Februari 2018 (hari kerja), dan 15 Februari 2018 (hari setelah hujan).

#### 1. Alat


Adapun yang digunakan dalam pengukuran debit ini adalah:

- a. Ember yang telah ditandai pada volume 0,5;1;1,5; dan 2 L dan diikatkan tali.
- b. Alat Pelindung Diri (APD) berupa sarung tangan dan masker.

#### 2. Prosedur Pengukuran

Prosedur pengukuran debit dapat dilihat pada Tabel 1.

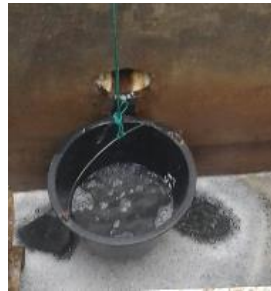
**Tabel 1. Prosedur Pengukuran Debit**

No	Perlakuan	Gambar
1	Mempersiapkan alat dan bahan.	

- 
- 2 Melakukan sampling air limbah pada titik inlet menggunakan ember.



- 
- 3 Sampling dilakukan hingga volume mencapai 2 L sembari diukur waktu tercapainya volume 2 L menggunakan *stopwatch*.



- 
- 4 Sampling dilakukan setiap jam dari pukul 06.00 – 18.00 dengan jumlah 3 kali sampling setiap jamnya dan dilakukan pada hari libur, hari kerja, dan hari kerja setelah hujan.

- 
- 5 Melakukan pengolahan data
-



Dari penelitian lapangan yang telah dilaksanakan, didapatkanlah hasil pengukuran fluktuasi debit dan pengukuran kualitas air limbah yang merupakan data primer. Data debit untuk hari kerja dapat dilihat pada Tabel 2 debit untuk hari libur dapat dilihat pada Tabel 3, dan debit pada hari setelah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 2. Debit Hari Libur**

Waktu	Hasil Pengukuran Lapangan				Volume (L)	Debit (m <sup>3</sup> /jam)
	T1	T2	T3	Rata-rata		
A	B	C	D	E	F	H
<b>06.00-07.00</b>	39	33	54	42,00	2	0,171
<b>07.00-08.00</b>	94	91	110	98,33	2	0,073
<b>08.00-09.00</b>	39	45	60	48,00	2	0,150
<b>09.00-10.00</b>	139	121	121	127,00	2	0,057
<b>10.00-11.00</b>	96	117	101	104,67	2	0,069
<b>11.00-12.00</b>	68	97	69	78,00	2	0,092
<b>12.00-13.00</b>	29	25	31	28,33	2	0,254
<b>13.00-14.00</b>	130	141	97	122,67	2	0,059
<b>14.00-15.00</b>	103	121	115	113,00	2	0,064
<b>15.00-16.00</b>	21	15	15	17,00	2	0,424
<b>16.00-17.00</b>	24	31	28	27,67	2	0,260
<b>17.00-18.00</b>	34	29	31	31,33	2	0,230
<b>Rata-rata</b>						0,159
<b>Peak</b>						0,424
<b>Minimum</b>						0,057

**Tabel 3. Debit Hari Kerja**

Waktu	Hasil Pengukuran Lapangan				Volume (L)	Debit (m3/jam)
	T1	T2	T3	Rata-rata		
A	B	C	D	E	F	G
<b>06.00-07.00</b>	15	17	16	16,00	2	0,450
<b>07.00-08.00</b>	9	11	10	10,00	2	0,720
<b>08.00-09.00</b>	7	8	12	9,00	2	0,800
<b>09.00-10.00</b>	10	8	11	9,67	2	0,745
<b>10.00-11.00</b>	15	13	16	14,67	2	0,491
<b>11.00-12.00</b>	16	16	18	16,67	2	0,432
<b>12.00-13.00</b>	12	10	15	12,33	2	0,584
<b>13.00-14.00</b>	18	17	15	16,67	2	0,432
<b>14.00-15.00</b>	21	26	24	23,67	2	0,304
<b>15.00-16.00</b>	19	17	15	17,00	2	0,424
<b>16.00-17.00</b>	18	18	14	16,67	2	0,432
<b>17.00-18.00</b>	24	24	21	23,00	2	0,313
<b>Rata-rata</b>						0,511
<b>Peak</b>						0,800
<b>Minimum</b>						0,304

**Tabel 4. Debit Hari Setelah Hujan**

Waktu	Hasil Pengukuran Lapangan				Volume (L)	Debit (m3/jam)
	T1	T2	T3	Rata-rata		
A	B	C	D	E	F	G
<b>06.00-07.00</b>	8	7	10	8,33	2	0,864
<b>07.00-08.00</b>	10	8	12	10,00	2	0,720
<b>08.00-09.00</b>	9	13	11	11,00	2	0,655

<b>09.00-10.00</b>	12	15	15	14,00	2	0,514
<b>10.00-11.00</b>	10	7	14	10,33	2	0,697
<b>11.00-12.00</b>	20	18	17	18,33	2	0,393
<b>12.00-13.00</b>	9	9	12	10,00	2	0,720
<b>13.00-14.00</b>	13	13	17	14,33	2	0,502
<b>14.00-15.00</b>	19	24	23	22,00	2	0,327
<b>15.00-16.00</b>	15	19	16	16,67	2	0,432
<b>16.00-17.00</b>	21	18	18	19,00	2	0,379
<b>17.00-18.00</b>	21	15	24	20,00	2	0,360
<b>Rata-rata</b>						0,547
<b>Peak</b>						0,864
<b>Minimum</b>						0,327

Keterangan tabel:

- A. Waktu dalam satuan jam
- B. T1 (s) adalah waktu pengukuran pertama dalam rentang waktu satu jam yang dihitung menggunakan *stopwatch*
- C. T2 (s) adalah waktu pengukuran kedua dalam rentang waktu jam yaitu 15 menit setelah pengukuran pertama yang dihitung menggunakan *stopwatch*
- D. T3 (s) adalah waktu pengukuran ketiga dalam rentang waktu satu jam yaitu 15 menit setelah pengukuran kedua yang dihitung menggunakan *stopwatch*
- E. Waktu rata-rata (s) adalah hasil dari penjumlahan 3 kali pengukuran debit dibagi dengan jumlah pengukuran
- F. Volume (L) adalah banyak air di dalam ember yang dibuat sama rata setiap pengukuran yaitu 2 L
- G. Debit ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) merupakan hasil pembagian antara volume yang dikonversikan ke  $\text{m}^3$  dengan waktu rata-rata dalam jam tertentu dan dikalikan dengan 3600 sebagai konversi satuan dari detik ke jam

Contoh perhitungan di hari libur:

Waktu rata-rata jam 06.00-07.00 = 42 detik

Volume = 2 L =  $0,002 \text{ m}^3$

Debit

$$= \frac{0,002 \text{ m}^3}{42 \text{ s}} \times 3600$$

detik/jam

$$= 0,171 \text{ m}^3/\text{jam}$$

## 2. Sampling Kualitas Air

Pengambilan sampel air limbah rumah sakit dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada tanggal 10 Februari 2018 (hari libur), 13 Februari 2018 (hari kerja), dan 15 Februari 2018 (hari setelah hujan).

### 1. Alat


Adapun yang digunakan dalam pengukuran debit ini adalah:

- a. Ember yang telah ditandai pada volume 0,5;1;1,5; dan 2 L dan diikat tali.
- b. Ember besar dengan volume 7 L beserta tutupnya.
- c. Pengaduk
- d. Botol Aqua 1,5 L.
- e. Alat Pelindung Diri (APD) berupa sarung tangan dan masker.

### 2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian tentang sampling air limbah dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Prosedur Sampling**

No	Perlakuan	Gambar
1	Mempersiapkan alat dan bahan.	
2	Melakukan sampling air limbah pada bak ekualisasi menggunakan metode <i>composite sampling</i> setiap jam dengan ember hingga volume 0,5 L.	

- 
- 3** Memasukkan air limbah yang diambil dari bak ekualisasi ke dalam ember besar dan dikumpulkan untuk setiap jamnya.



- 4** Mengaduk air limbah yang sudah terkumpulkan di dalam ember besar kemudian dimasukkan ke dalam botol Aqua 1,5 L.



- 
- 4 Melakukan sampling air limbah pada outlet pada sore hari menggunakan botol Aqua 1,5 L.



- 
- 5 Sampling dilakukan setiap jam dari pukul 06.00 – 18.00 dengan jumlah 3 kali sampling setiap jamnya dan dilakukan pada hari libur, hari kerja, dan hari kerja setelah hujan.
-

- 
- 6** Menyimpan hasil sampling di dalam tempat penyimpanan sebelum dikirimkan ke laboratorium untuk dilakukan pengujian parameter.
- 

Adapun parameter yang diuji disesuaikan dengan baku mutu yang terdapat pada Permen LH No 5 Tahun 2014. Tabel hasil uji kualitas air limbah influen dan efluen dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

**Tabel 6. Kualitas Influen Air Limbah**

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji			Baku Mutu
			10 Februari	13 Februari	15 Februari	
<b>A</b>	<b>Fisika</b>					
1	Suhu	C	28	28	26	38
2	TSS	mg/L	314	332	319	200
3	TDS	mg/L				2000
<b>B</b>	<b>Kimia</b>					
1	pH	-	7,6	7,6	7,3	6-9
2	BOD5	mg/L	126	141	129	50
3	COD	mg/L	210	228	217	80
4	NH <sub>3</sub>	mg/L	26	33	29	10
5	Minyak dan lemak	mg/L	17	31	34	10
<b>C</b>	<b>Biologi</b>					
1	Total Coliform	MPN/100 ml				5000



**Tabel 7. Kualitas Efluen Air Limbah**

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji			Baku Mutu
			10 Februari	13 Februari	15 Februari	
A	Fisika					
1	Suhu	C	25	25	25	38
2	TSS	mg/L	6,3	10	10	200
3	TDS	mg/L				2000
B	Kimia					
1	pH	-	6,9	6,9	6,5	6-9
2	BOD5	mg/L	27	31	25	50
3	COD	mg/L	45	55	43	80
4	NH <sub>3</sub>	mg/L	2,5	4,8	4,8	10
5	Minyak dan lemak	mg/L	0,5	1,4	1,4	10
C	Biologi					
1	Total Coliform	MPN/100 ml				5000

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## LAMPIRAN B: Kuesioner Limbah Medis Padat

No	Tata Cara dan Persyaratan	Memenuhi Persyaratan	
		Sesuai	Tidak Sesuai
1	<b>Pengurangan dan pemilahan limbah padat medis</b>		
	a. Pemilahan dilakukan dekat dengan sumber	√	
	b. Mengganti termometer	√	
	c. Metode pembersihan tidak berbahaya	√	
	d. Melakukan tata kelola lingkungan	√	
	e. Memantau aliran bahan kimia		√
	f. Melakukan sterilisasi botol kaca		√
	g. Melakukan daur ulang		√
	h. Memisahkan limbah B3	√	
	i. Limbah benda tajam harus dikumpulkan	√	
	j. Limbah jarum harus dipisahkan	√	
	k. Limbah kadaluarsa dikembalikan ke penyuplai		√
2	<b>Penyimpanan limbah B3</b>		
	<i>Persyaratan lokasi penyimpanan</i>		
	a. Daerah bebas banjir dan tidak rawan bencana alam	√	
	b. Lokasi penyimpanan diberikan tanda lokasi	√	

	c. Lokasi penyimpanan tetap dan jauh dari keramaian	√	
	<i>Persyaratan fasilitas penyimpanan</i>		
	a. Lantai kedap (impermeable), berlantai beton/semen	√	
	b. Tersedia sumber air atau keran		√
	c. Mudah diakses untuk penyimpanan limbah	√	
	d. Dapat dikunci agar tidak sembarang orang masuk	√	
	e. Mudah diakses oleh kendaraan pengangkut	√	
	f. Terlindungi dari sinar matahari, hujan, angin kencang, banjir	√	
	g. Tidak dapat diakses oleh hewan terutama burung	√	
	h. Dilengkapi ventilasi dan pencahayaan	√	
	i. Peralatan kebersihan dan APD ada di dekat lokasi fasilitas		√
	j. Pembersihan TPS, dinding, dan lantai setiap hari		√
	<i>Tata cara penyimpanan</i>		
	a. Limbah diletakkan di wadah sesuai kategori	√	
	b. Memberikan simbol dan label B3 di wadah		√

	c. Volume paling tinggi adalah $\frac{3}{4}$ volume wadah		√
	d. Penanganan limbah dilakukan dengan hati-hati	√	
	e. Penyimpanan limbah B3 di TPS maksimal 90 hari	√	
3	<b>Pengangkutan Limbah B3</b>		
	a. Pengangkutan limbah dilakukan dari ruangan setiap petugas		√
	b. Kantong limbah yang terisi $\frac{3}{4}$ dari volume dan harus diikat		√
	c. Limbah dikumpulkan setiap hari atau sesuai kebutuhan	√	
	d. Setiap kantong harus dilengkapi simbol dan label		√
	e. Setiap pemindahan wadah harus diganti dengan kantong baru atau sejenis	√	
	f. Wadah/kantong baru selalu tersedia	√	
	g. Alat pengangkut berupa troli atau wadah beroda dan dapat dibongkar muat	√	
	h. Alat pengangkut didesinfeksi setiap hari		√
	i. Personil limbah menggunakan APD	√	

	j. Penunjukan personil yang bertanggung jawab	√	
	k. Menghindari area yang dilalui banyak orang atau barang		√
	l. Tidak menggunakan jalan yang sama dengan pengunjung		√
	m. Terdapat izin pengangkutan limbah B3	√	
<b>Total memenuhi syarat</b>		<b>27</b>	
<b>Tidak memenuhi syarat</b>		<b>15</b>	

## **LAMPIRAN C: *Standard Operating Procedure***

### **1. SOP Pengurasan Lumpur**

- Lumpur dari unit bak pengendap dikuras sebanyak sekali dalam 3 hari menggunakan sistem pemompaan lumpur.
- Lumpur dari unit biofilter dikuras sebanyak sekali dalam 3 hari menggunakan sistem gravitasi.
- Lumpur yang telah dikuras dimasukkan ke unit pengolahan lumpur *sludge drying bed*.

### **2. SOP unit *Sludge Drying Bed* (SDB)**

- Pengisian unit SDB dilakukan 3 hari sekali.
- Pengeringan unit SDB dilakukan selama 10 hari dengan asumsi tidak terjadi hujan.
- Pengurasan dilakukan setelah masa pengeringan secara manual dengan bantuan sinar matahari.
- Lumpur kering diambil dan dicampurkan dengan serbuk gergaji dan kotoran sapi agar dapat digunakan sebagai kompos.

### **3. SOP Perawatan IPAL**

#### **a. Pompa Submersible**

- Pompa dioperasikan secara bergantian.
- Pembersihan pompa dilakukan minimal 1 kali sebulan dengan cara membersihkan sampah-sampah yang tersangkut pada kipas.
- Saat pembersihan pompa, listrik harus dipastikan berada di dalam keadaan terputus.

#### **b. Blower**

- Unit blower dioperasikan secara bergantian.
- Apabila air limbah berada dalam kondisi dengan debit yang besar, maka blower dioperasikan sekaligus.

#### **c. Bak Kontrol**

- Pembersihan bak kontrol dilakukan maksimal sekali dalam 2 minggu.

- Pembersihan bak kontrol meliputi pembersihan sampah-sampah yang masuk ke dalamnya.
- Bak kontrol yang dilengkapi dengan pompa, selain melakukan pembersihan dalam bak, perlu pula dilakukan pembersihan terhadap pompa.
- Pemeriksaan bak kontrol dilakukan dalam rangka untuk mengetahui kerusakan fasilitas, kemungkinan adanya infiltrasi, dan adanya bau yang abnormal.
- Pembersihan darurat dilakukan sesuai kebutuhan.

**d. Saluran *Screen***

- Pembersihan unit *screen* dilakukan sekali dalam seminggu.
- Pembersihan unit *screen* meliputi pembersihan terhadap sampah-sampah yang tersangkut pada *screen* serta sampah-sampah yang tertinggal pada bak.

**e. Bak Pengendap**

- Bak pengendap dioperasikan untuk menerima air limbah yang telah melewati unit *screen* halus.
- Lumpur dari bak pengendap dikuras sesuai dengan SOP pengurasan.

**f. Bak Ekualisasi**

- Bak ekualisasi dioperasikan untuk menerima outlet air limbah dari bak pengendap.
- Pompa pada bak ekualisasi dirawat sesuai dengan SOP pompa.

**g. Biofilter Aerobik**

- Biofilter aerobik dioperasikan untuk menerima outlet dari bak ekualisasi yang dialirkan dengan menggunakan pompa.
- Apabila pertumbuhan mikroba lambat yang ditandai dengan kualitas outlet air limbah mengalami penurunan drastis, maka harus dilakukan *seeding* mikroba.



- Apabila terjadi pemadaman listrik yang mengakibatkan blower tidak dapat beroperasi, maka harus dilakukan *seeding* mikroba.

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## LAMPIRAN D: Hasil Survey



**Unit Pretreatment**



**Unit Utama IPAL**





**Kolam Ikan Outlet**



**Insinerator**



**Ruang Administrasi**



**Instalasi Rawat Inap**



**Pewadahan Luar**

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**

## **LAMPIRAN E: Gambar Teknik**

Gambar teknik adalah gambar yang dibuat dengan menggunakan cara-cara, ketentuan-ketentuan, aturan-aturan yang telah disepakati bersama oleh para ahli teknik. Sebagai suatu alat komunikasi, gambar teknik mengandung maksud tertentu, perintah-perintah atau informasi dari pembuat gambar (perencana) untuk disampaikan kepada pelaksana atau pekerja di lapangan (bengkel) dalam bentuk gambar kerja yang dilengkapi dengan keterangan-keterangan berupa kode-kode, simbol-simbol yang memiliki satu arti, satu maksud, dan satu tujuan.

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**





DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout IPAL  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 2000

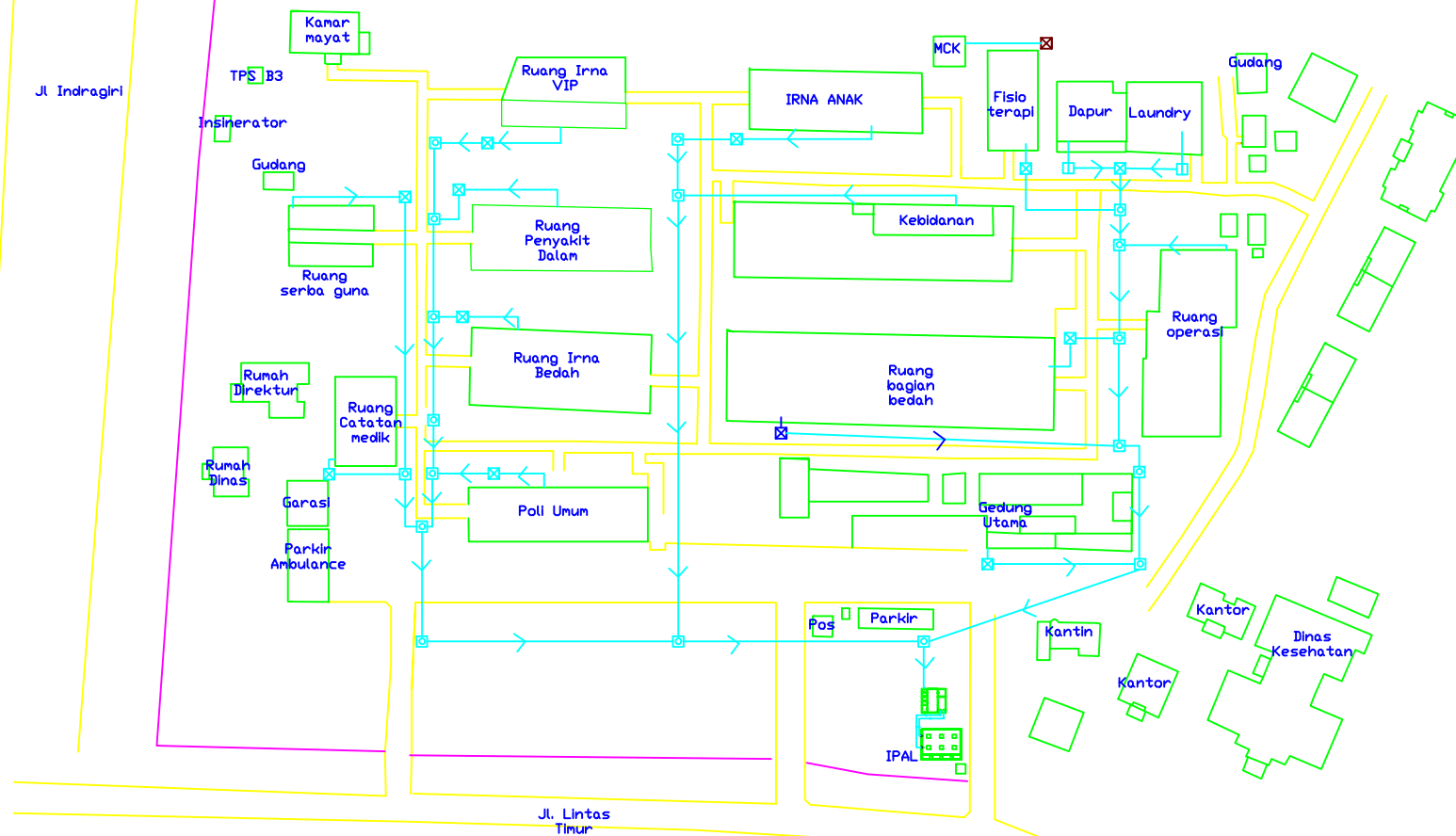
LEGENDA

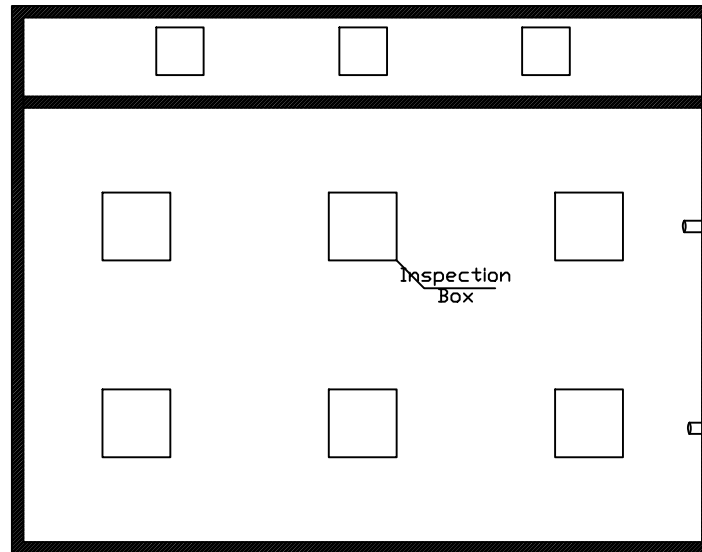
-  Aliran limbah
-  Pagar
-  Jalan
-  Bangunan
-  Bak Kontrol A
-  Bak Kontrol B
-  Pretreatment
-  Septic Tank

NO GAMBAR

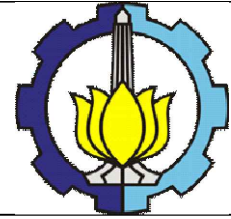
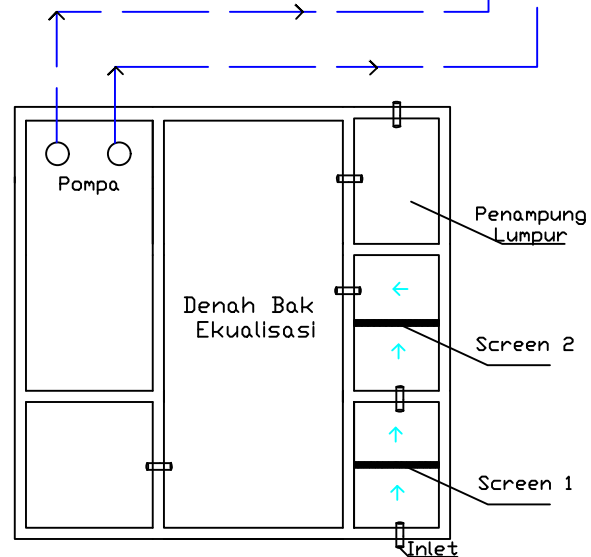
1

HALAMAN





Denah Biofilter  
Aerobik



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout IPAL  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 120

LEGENDA

— Pipa Air  
Arah Aliran

NO GAMBAR

HALAMAN

2



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Bak Kontrol A  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 30

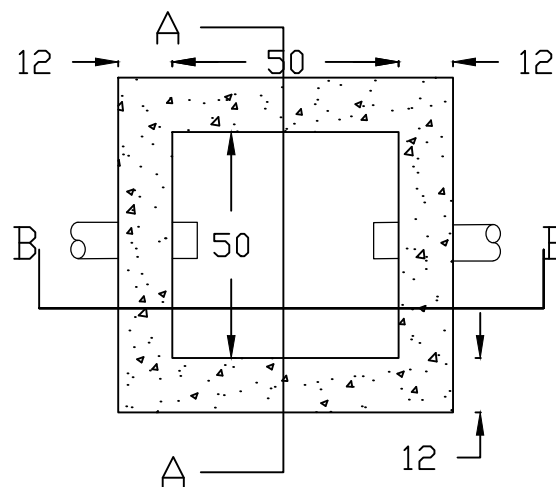
LEGENDA

Muka Tanah  
 Muka Air

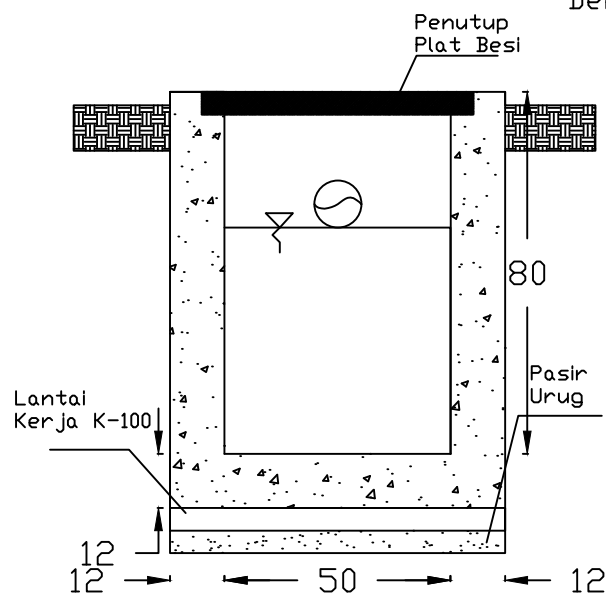
NO GAMBAR

HALAMAN

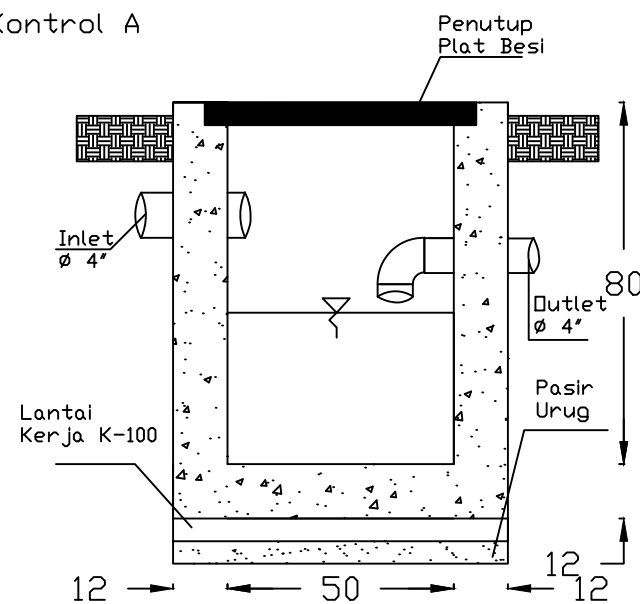
3



Denah Bak Kontrol A



Potongan A-A Bak Kontrol A



Potongan B-B Bak Kontrol A



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Bak Kontrol B  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUKI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 35

LEGENDA

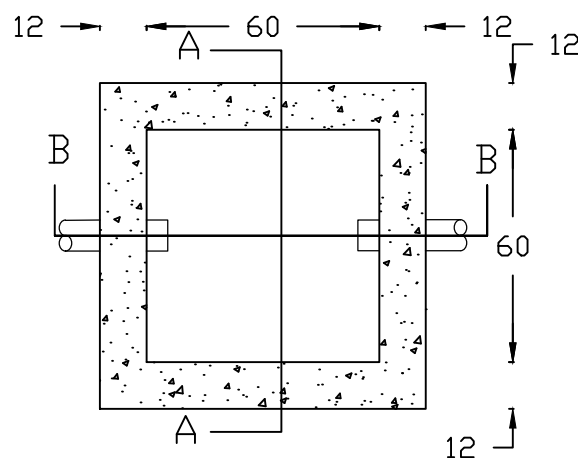
 Muka Tanah

 Muka Air

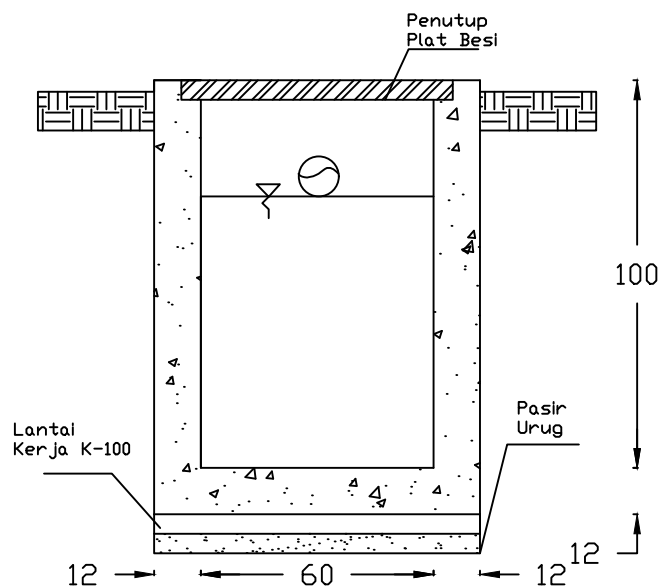
NO GAMBAR

4

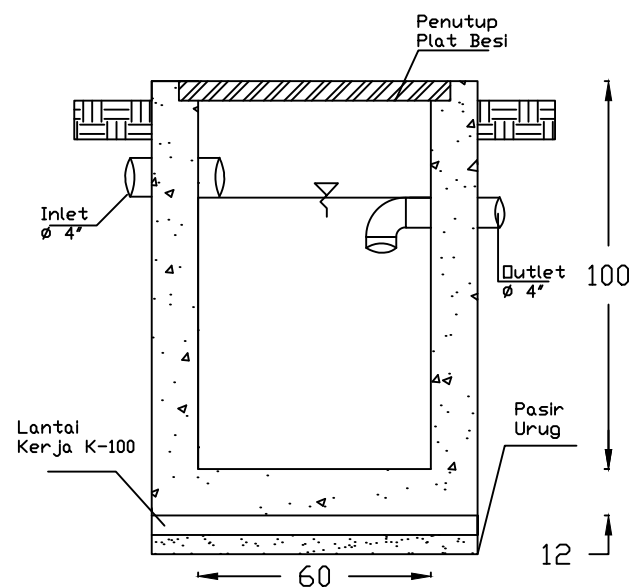
HALAMAN



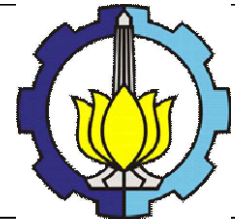
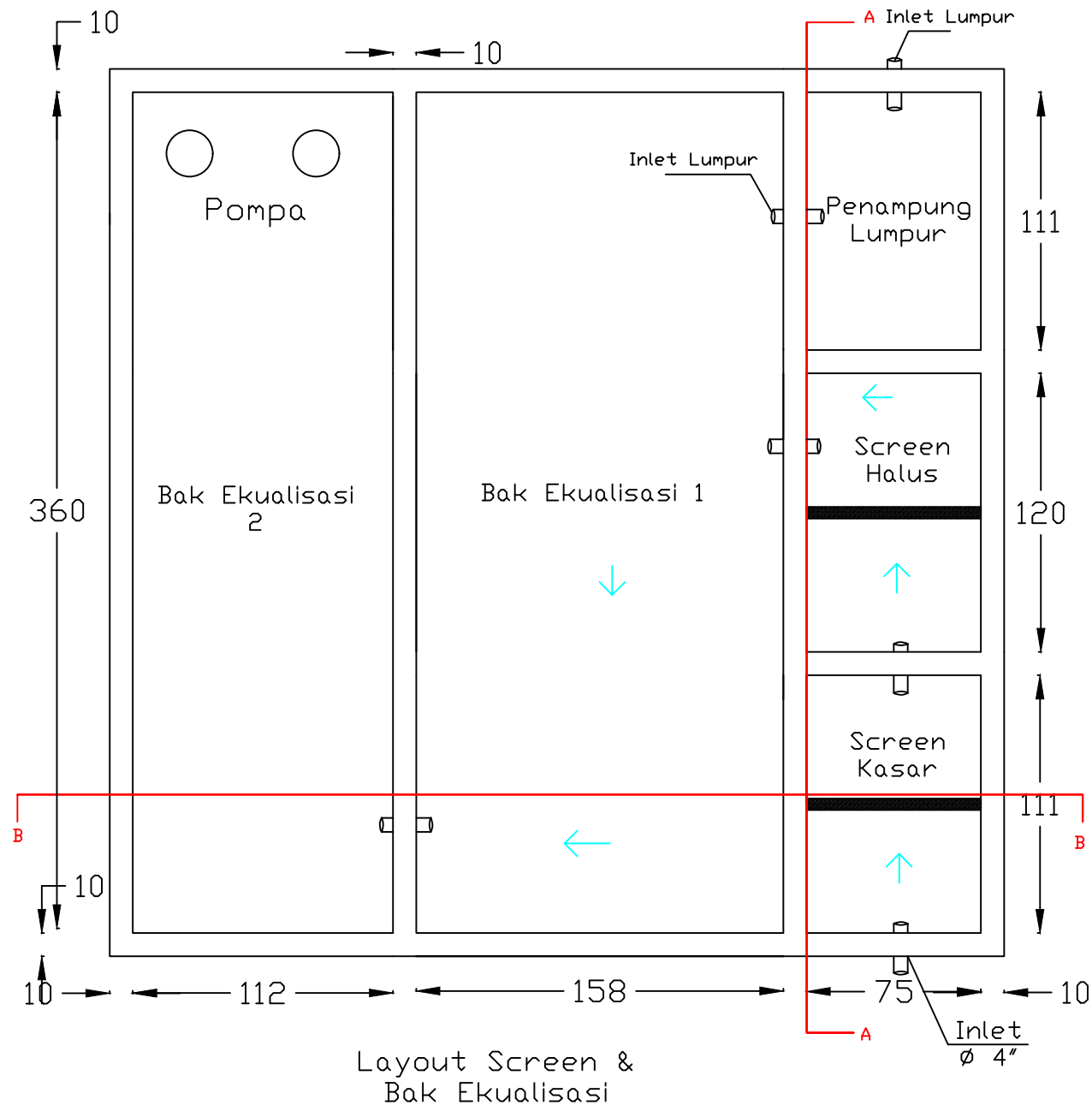
Denah Bak Kontrol B



Potongan A-A Bak Kontrol B



Potongan B-B Bak Kontrol B



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Denah Screen &  
Bak Ekualisasi  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 50

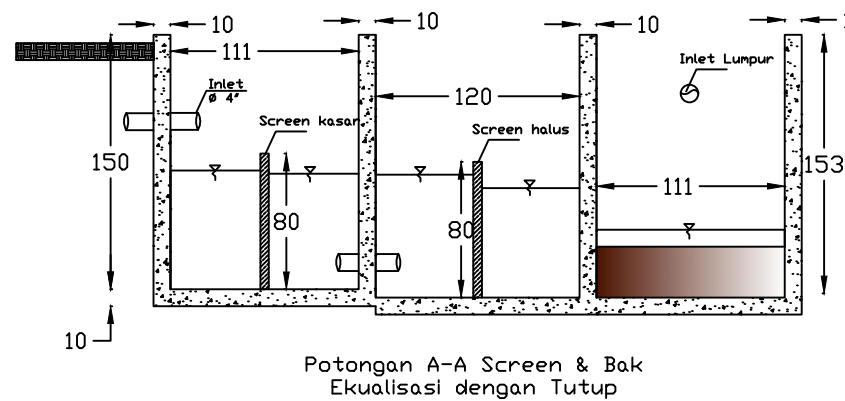
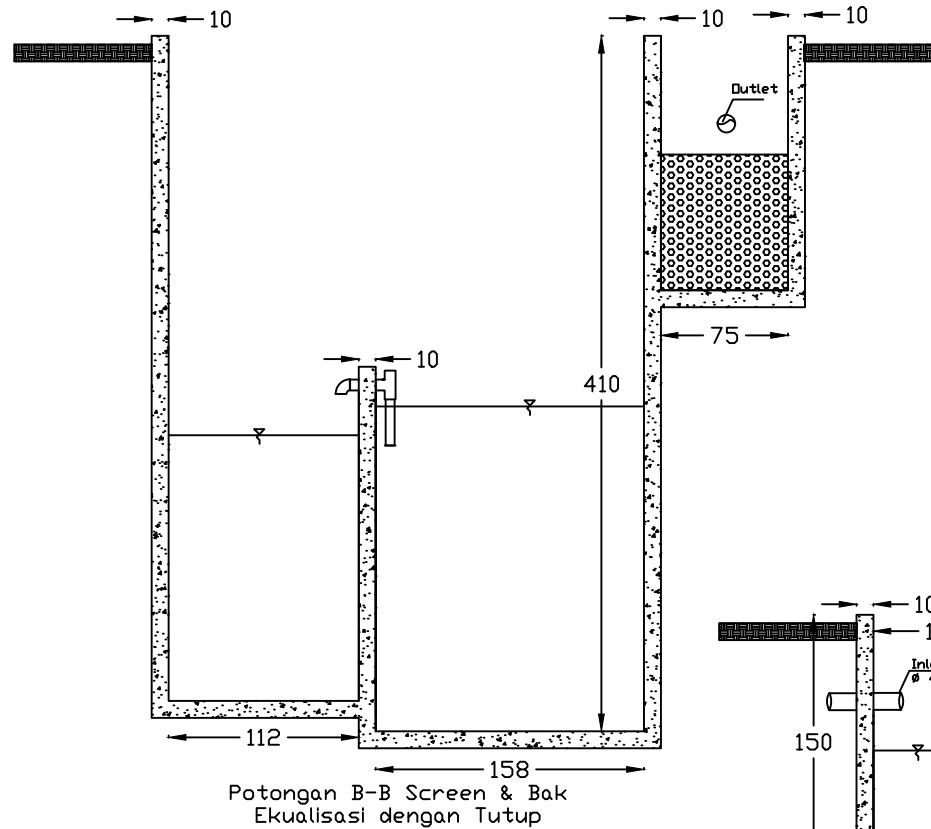
LEGENDA

 Arah Aliran

NO GAMBAR

HALAMAN

5



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Screen &  
Bak Ekualisasi  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 80

LEGENDA



Muka Tanah

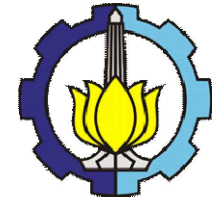


Muka Air

NO GAMBAR

HALAMAN

6



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout Biofilter  
Aerob Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

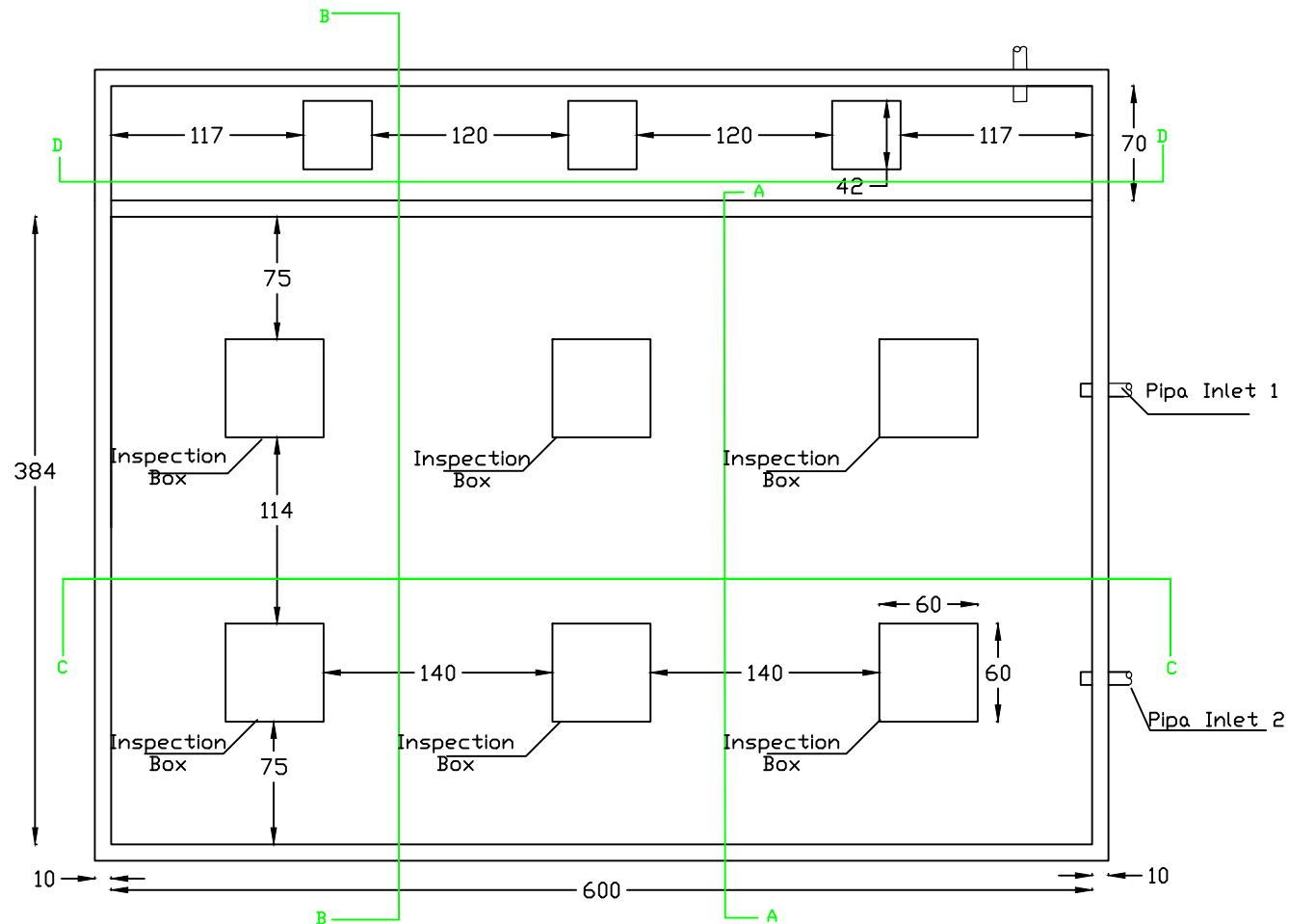
1 : 80

LEGENDA

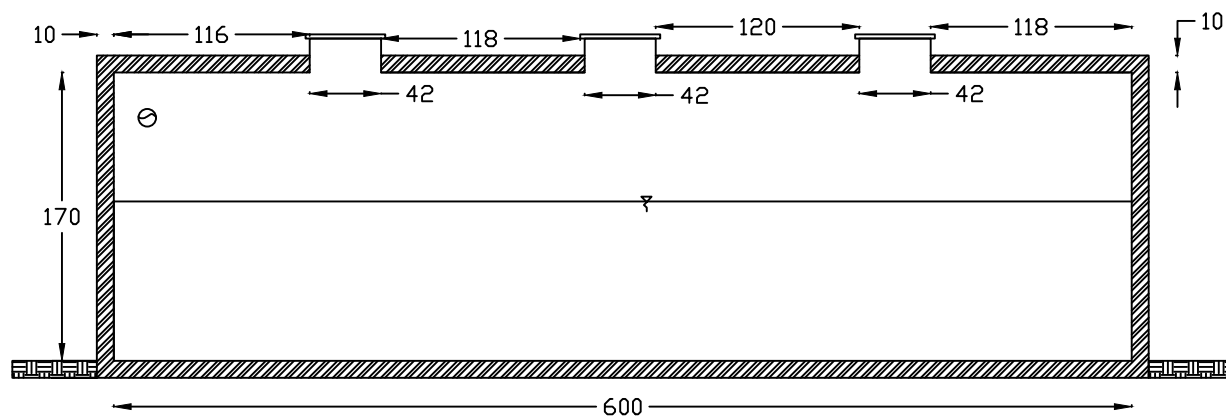
NO GAMBAR

HALAMAN

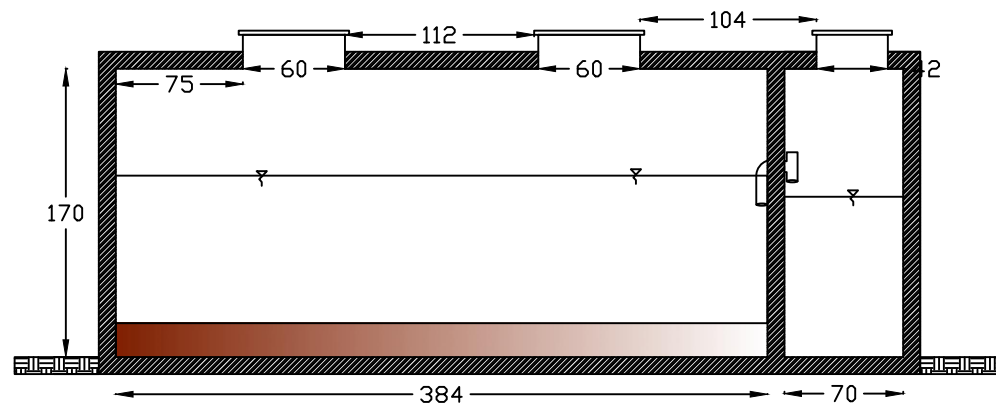
7



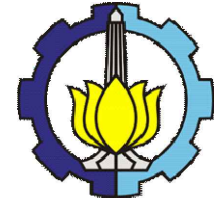
Layout Biofilter Aerob



Potongan D-D Biofilter Aerob



Potongan B-B Biofilter Aerob



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Biofilter  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030



Dosen PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 80

LEGENDA

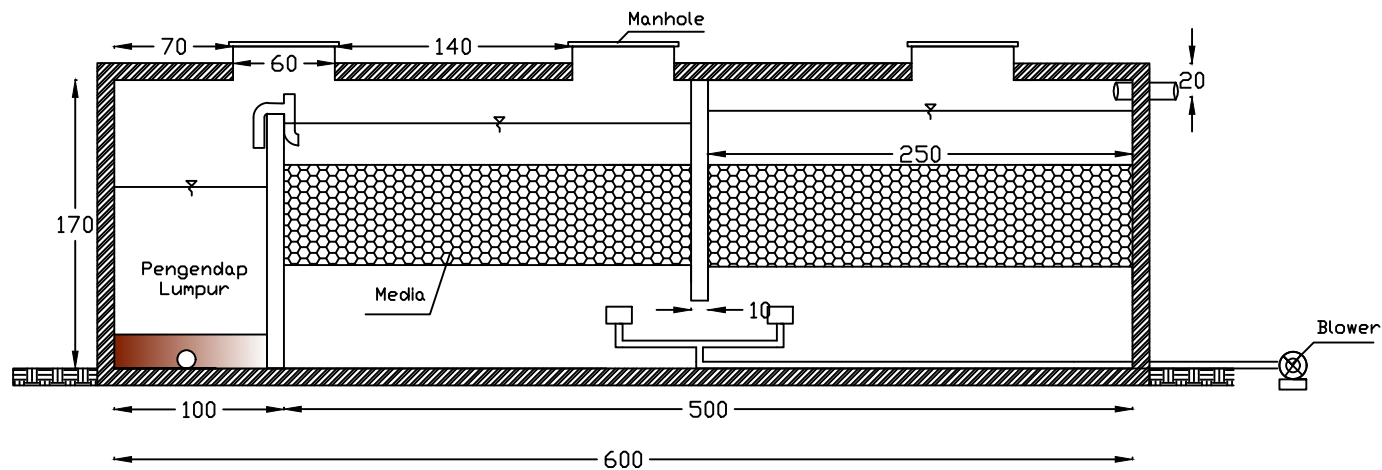
 Muka Tanah  
 Muka Air

NO GAMBAR

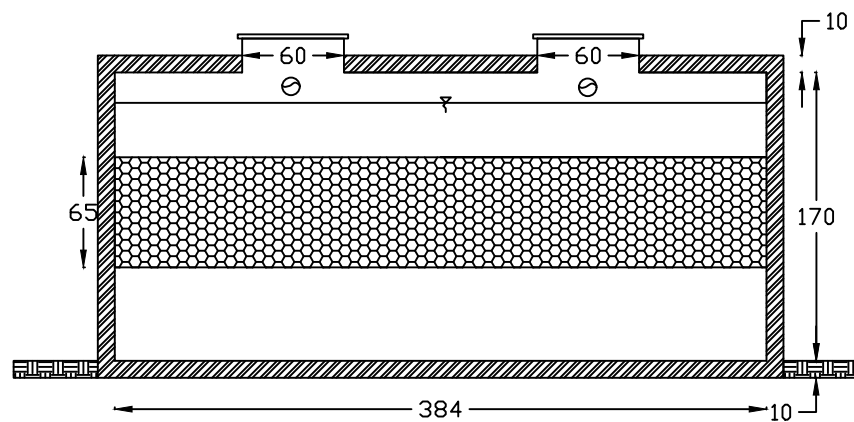
HALAMAN

8





Potongan C-C Biofilter Aerob



Potongan A-A Biofilter Aerob



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Biofilter  
Eksisting

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030



DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 80

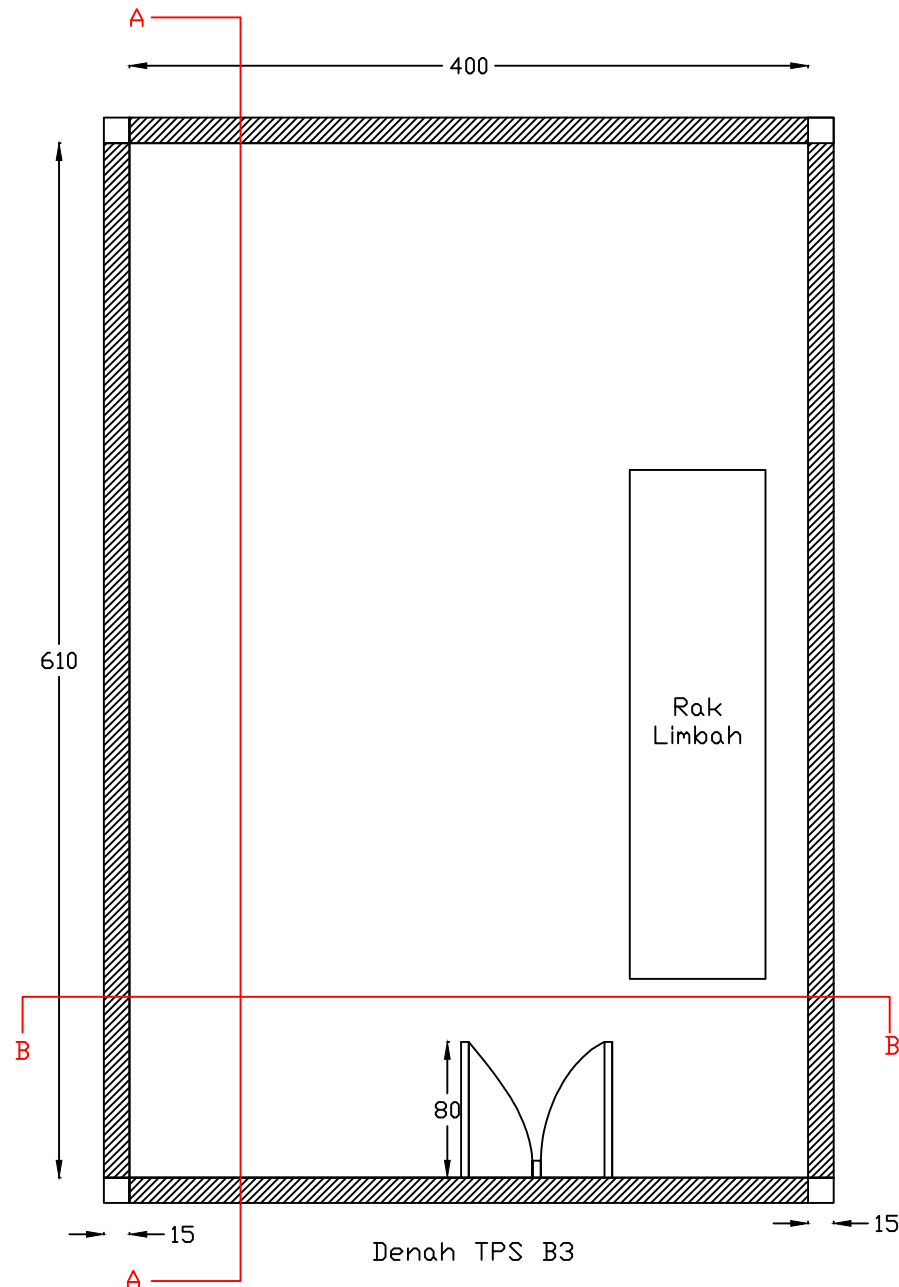
LEGENDA

 Muka Tanah  
 Muka Air

NO GAMBAR

HALAMAN

9



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout Eksisting  
TPS B3

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

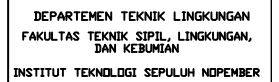
1 : 80

LEGENDA

NO GAMBAR

HALAMAN

10



JUDUL GAMBAR

HALAMAN

Potongan B-B  
TPS B3



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan A-A  
TPS B3

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

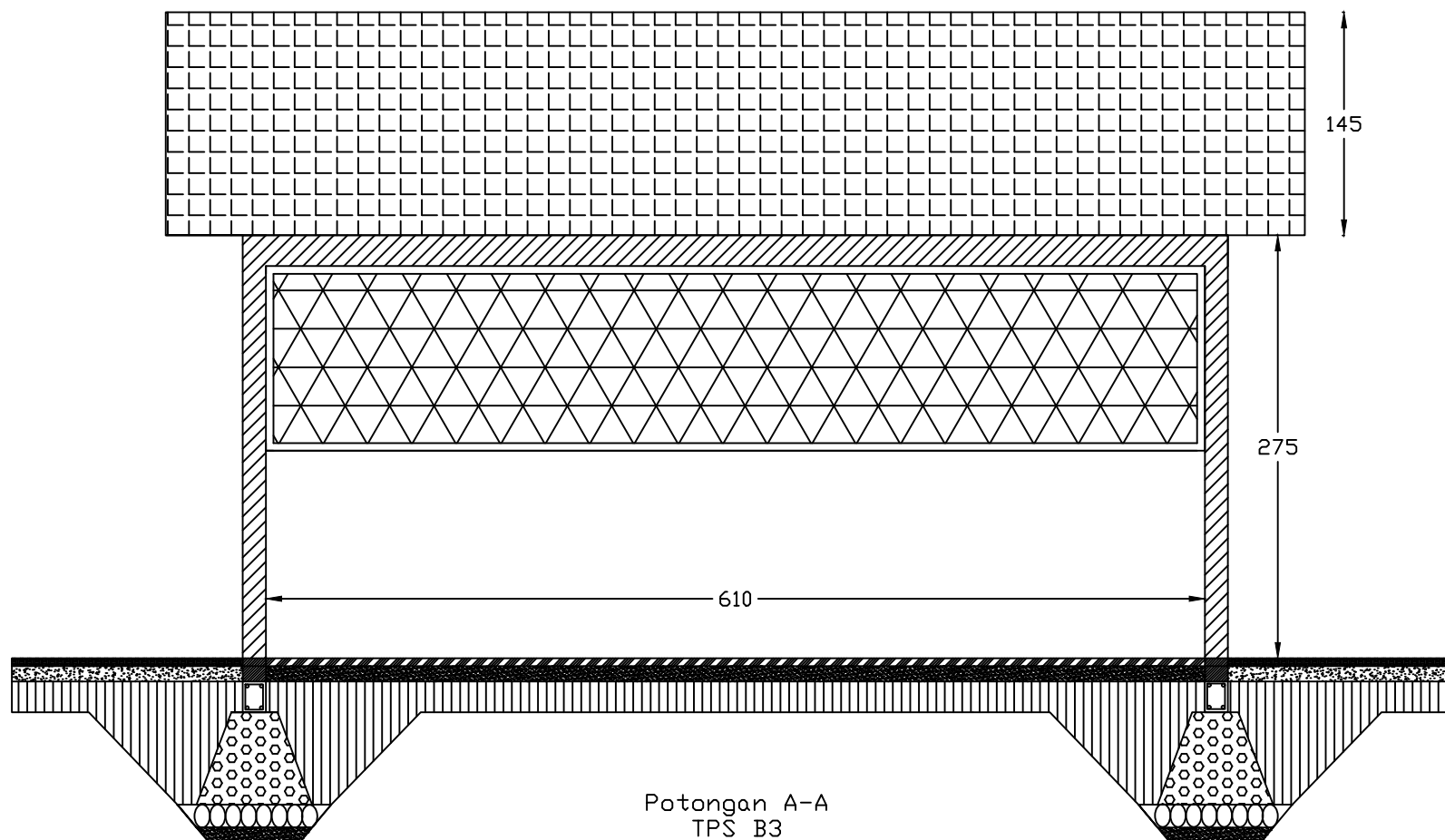
1 : 80

LEGENDA

NO GAMBAR

HALAMAN

12





DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout IPAL  
Rencana

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 2000

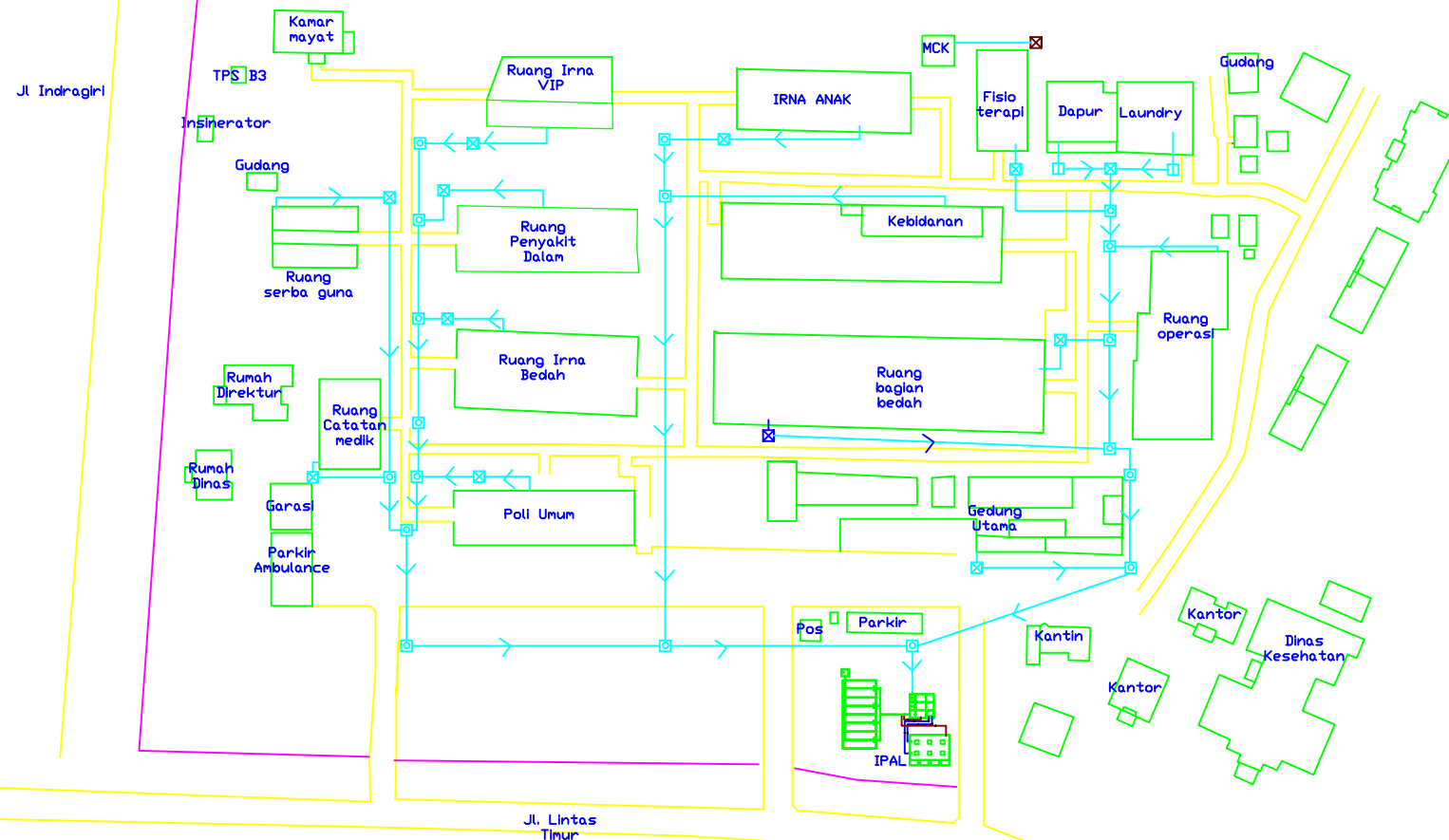
LEGENDA

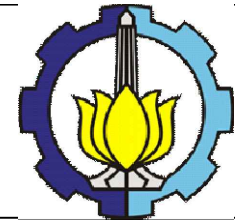
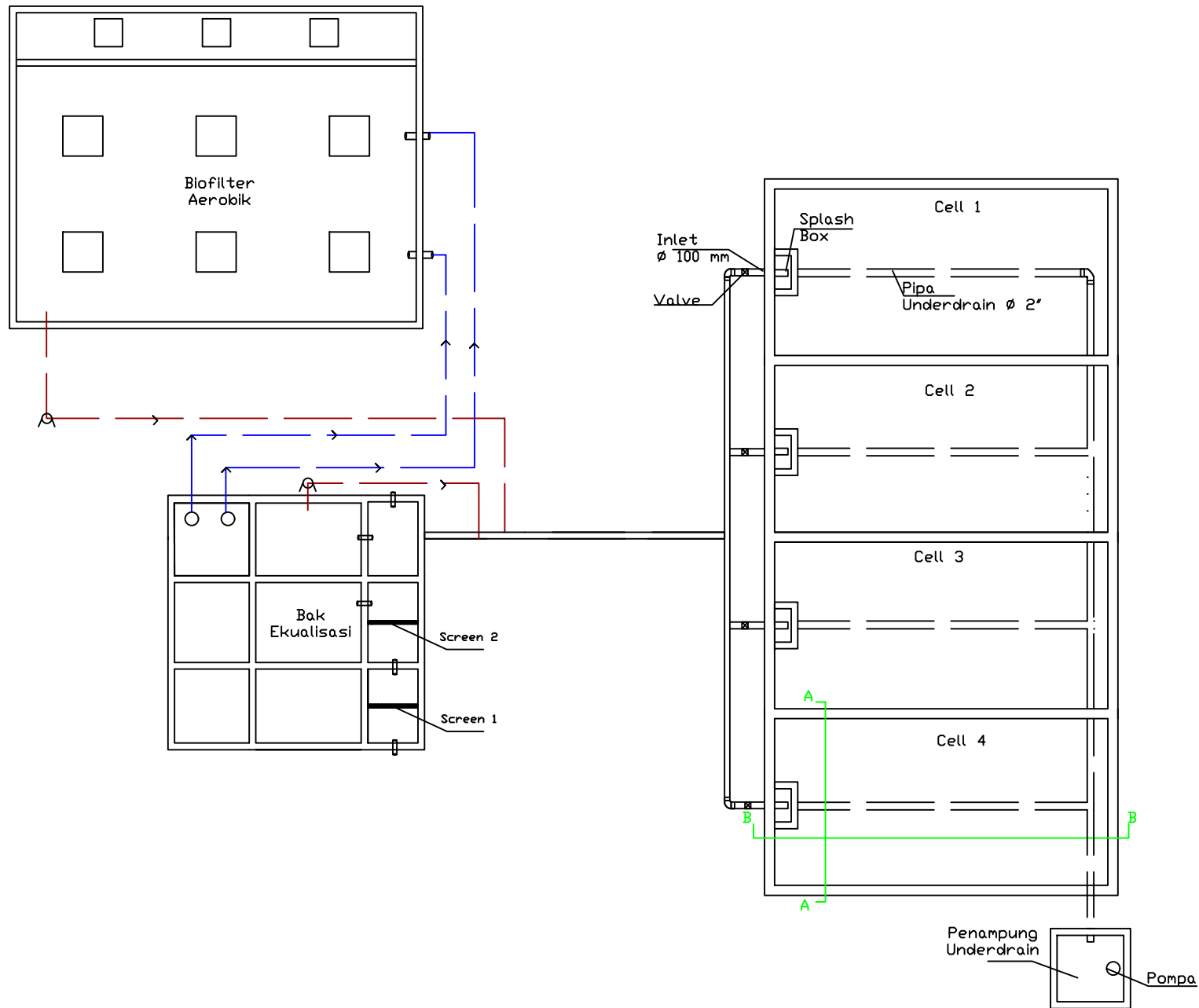
- Aliran limbah
- Pagar
- Jalan
- Bangunan
- Bak Kontrol A
- Bak Kontrol B
- Pretreatment
- Septic Tank

NO GAMBAR

13

HALAMAN





DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout IPAL Rencana

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

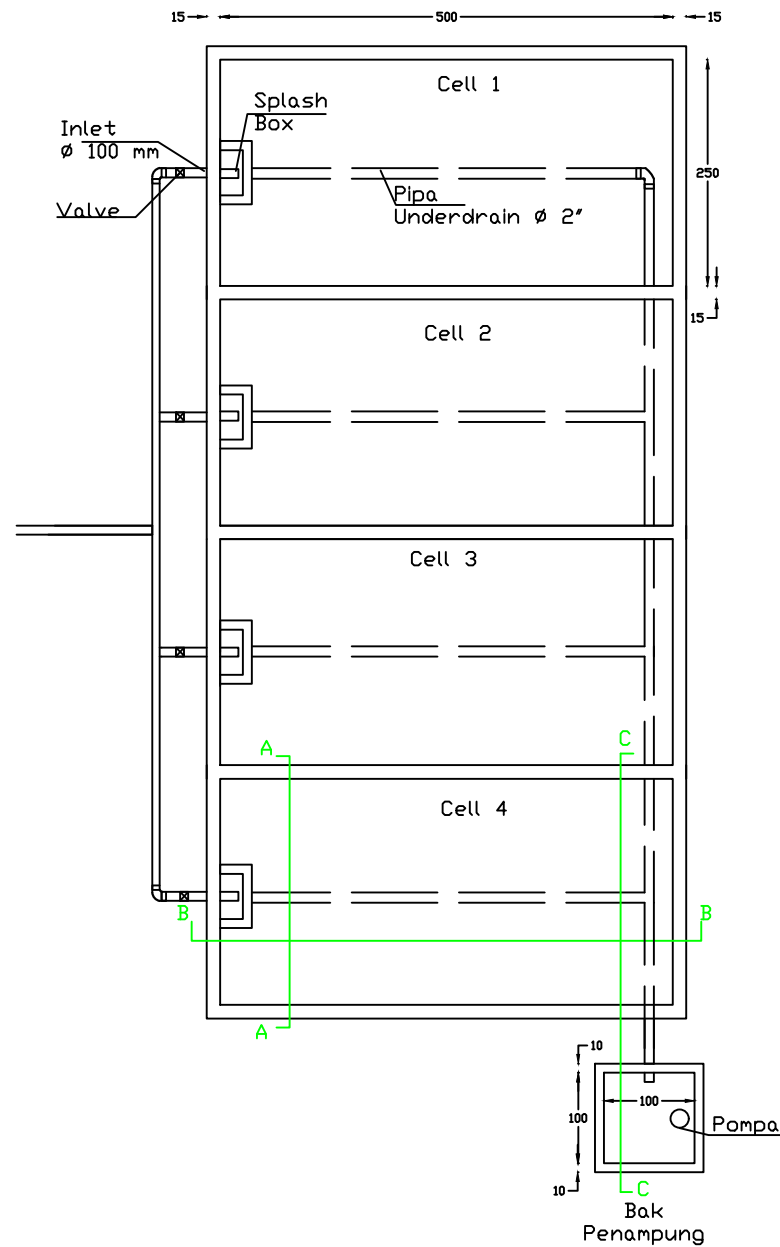
1 : 160

LEGENDA

NO GAMBAR

HALAMAN

14



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Denah Sludge  
Drying Bed

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

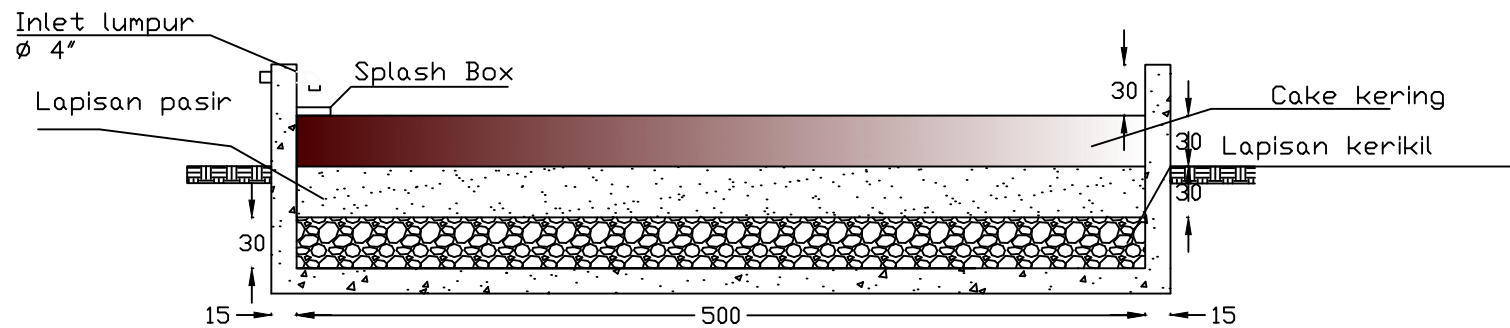
1 : 150

LEGENDA

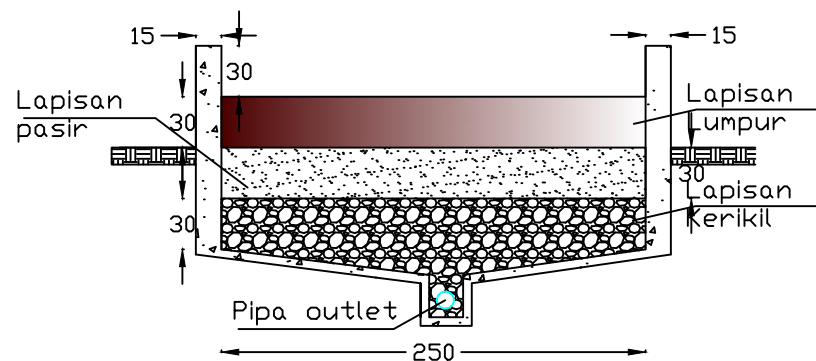
NO GAMBAR

HALAMAN

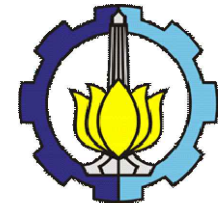
15



Potongan A-A  
Sludge Drying Bed



Potongan B-B  
Sludge Drying Bed



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Sludge  
Drying Bed

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 80

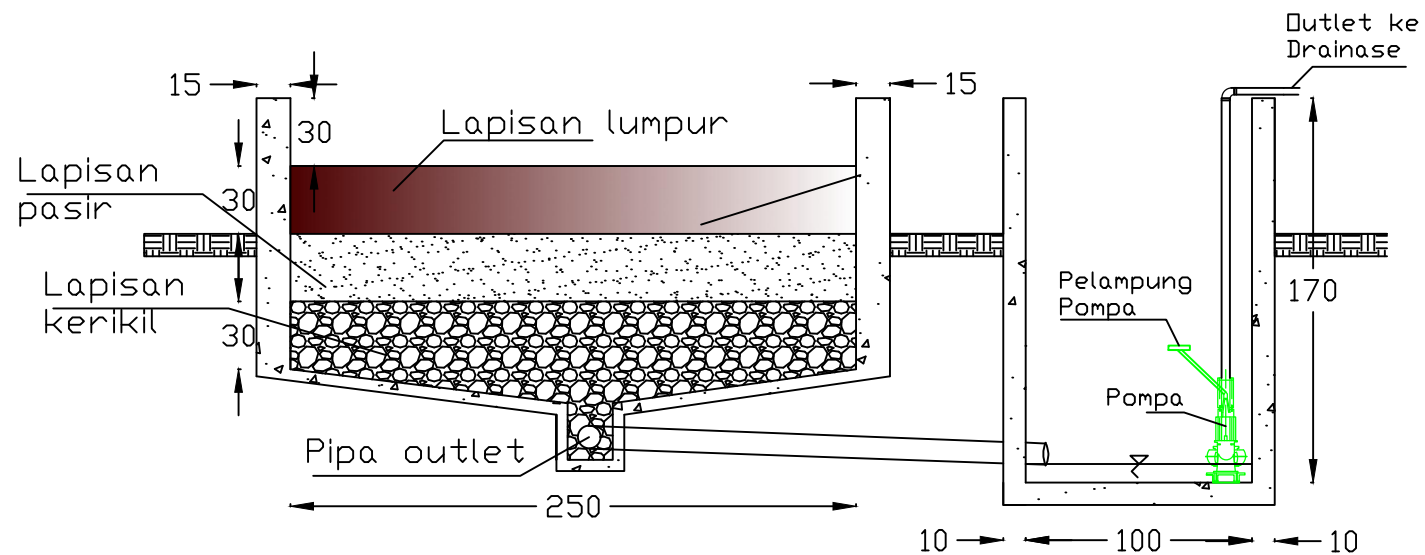
LEGENDA

NO GAMBAR

HALAMAN

16





Potongan C-C  
Sludge Drying Bed



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Sludge  
Drying Bed

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 80

LEGENDA



Muka Tanah

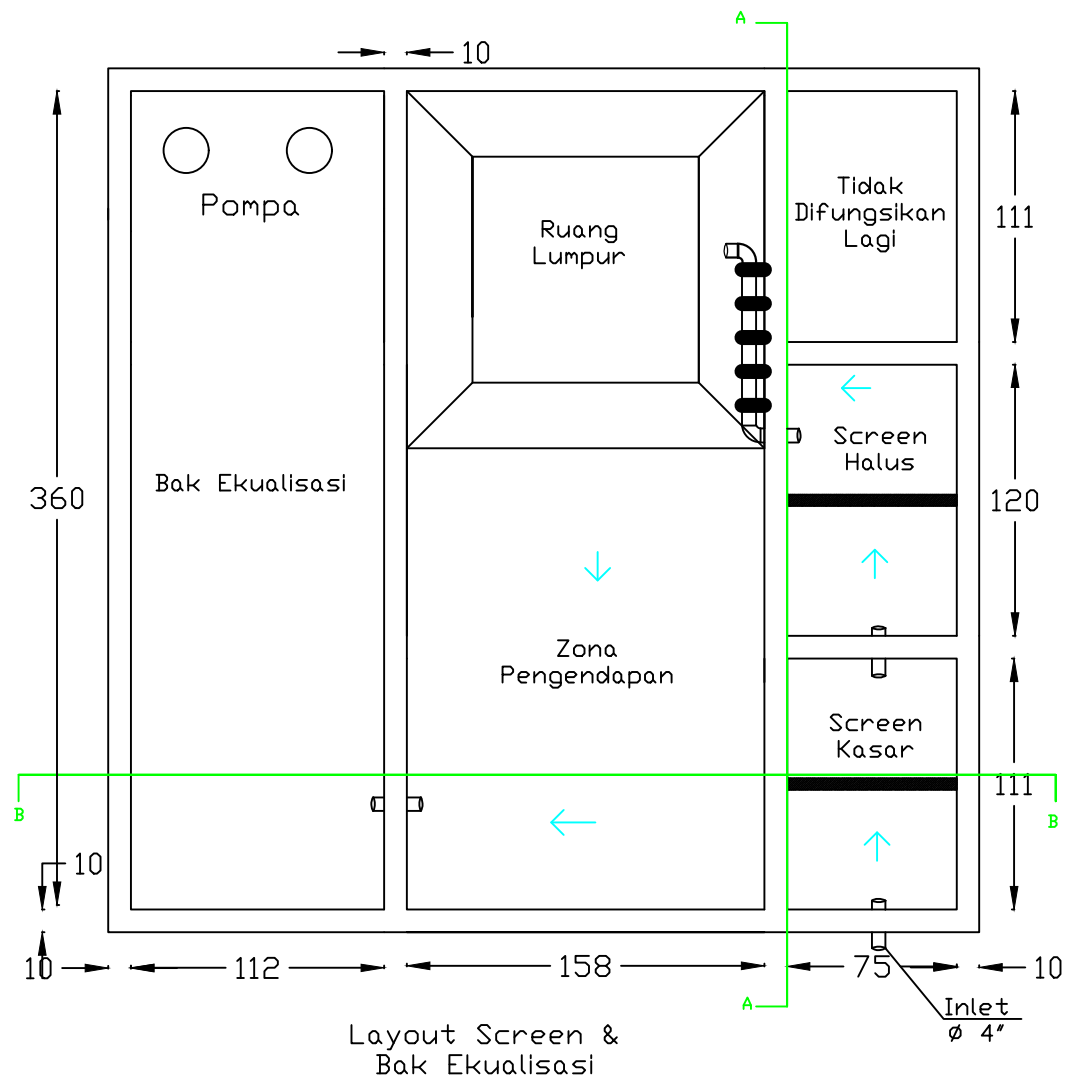


Muka Air

NO GAMBAR

HALAMAN

17



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout Rencana  
Bak Pengendap

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 60

LEGENDA

NO GAMBAR

HALAMAN

18



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Layout Rencana  
Bak Pengendap

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 100

LEGENDA



Muka Tanah

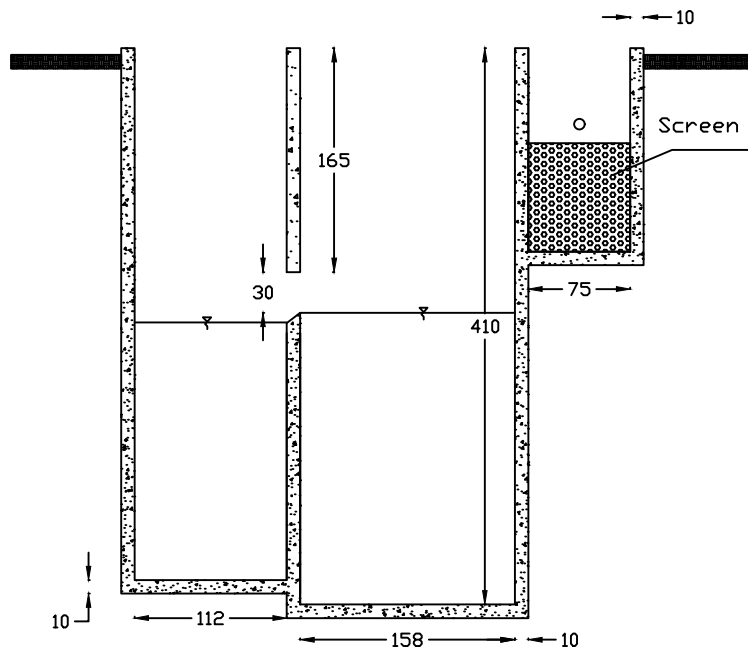


Muka Air

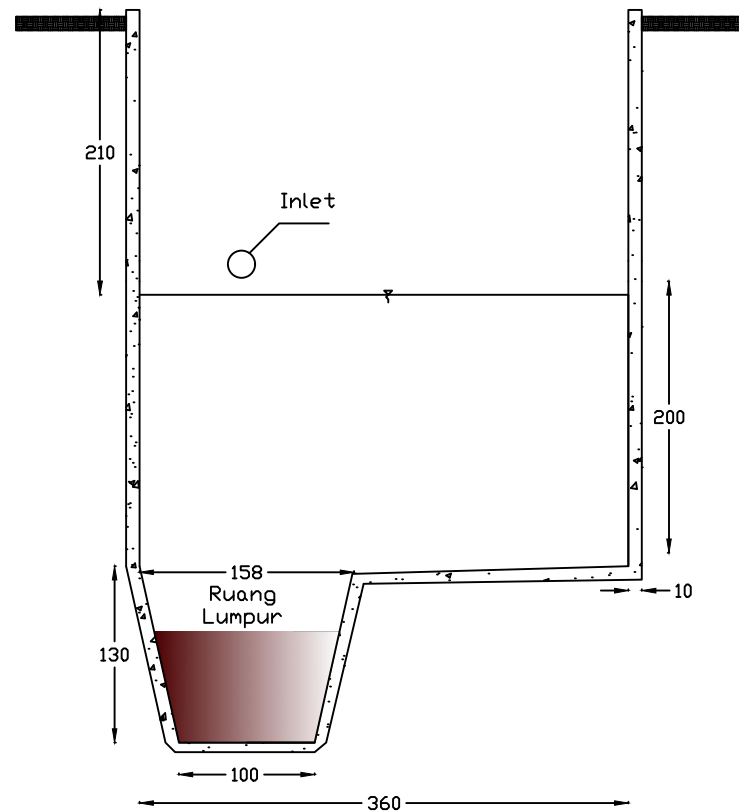
NO GAMBAR

HALAMAN

19



Potongan B-B  
Bak Pengendap



Potongan A-A  
Bak Pengendap



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN,  
DAN KEBUMAHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Profil Hidrolis

NAMA MAHASISWA

FARID PRATAMA PUTRA  
03211440000030

DOSEN PEMBIMBING

Dr. ALI MASDUQI ST, MT  
NIP:196801281994031003

SKALA

1 : 200

LEGENDA

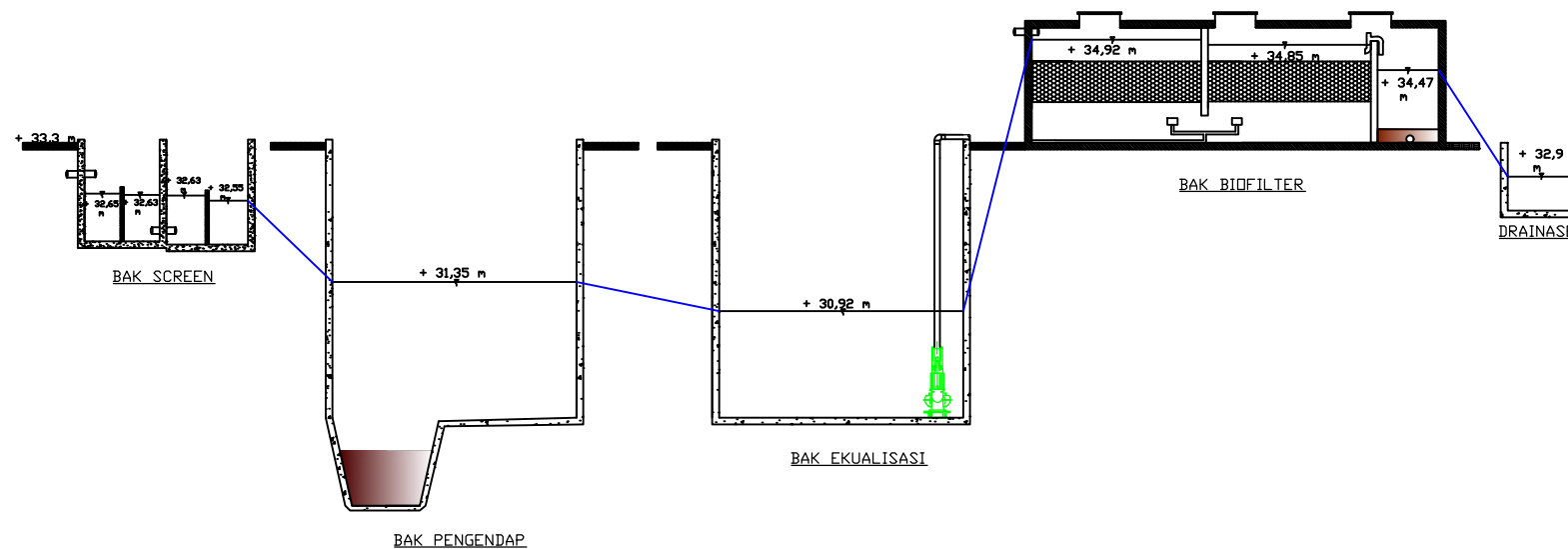
 Muka Tanah

 Muka Air

NO GAMBAR

HALAMAN

20



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Air Molek, 20 Januari 1997, merupakan anak pertama dari lima bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 004 Candirejo. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan SMP di SMPN 3 Pasir Penyu serta melanjutkan pendidikan di SMAN Plus Provinsi Riau. Pada tahun 2014 penulis lulus SMA dan diterima di jurusan Teknik Lingkungan FTSLK-ITS melalui jalur SNMPTN dengan NRP 03211440000030. Selama masa

kuliah, penulis mendapatkan beasiswa pemerintah provinsi Riau. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di Pertamina RU II Dumai Provinsi Riau selama 40 hari. Penulis juga sempat aktif dalam kegiatan organisasi tingkat jurusan dan institut. Penulis pernah menjabat sebagai Ketua Divisi Syi'ar Lembaga Dakwah Jurusan Al-Kaun HMTL ITS periode 2015-2016. Kemudian penulis juga pernah menjabat sebagai Ketua Lembaga Dakwah Jurusan Al-kaun HMTL ITS periode 2016-2017. Penulis juga telah mengikuti beberapa pelatihan dan beberapa kegiatan yang diadakan HMTL. Kritik dan saran dapat dikirim melalui e-mail penulis dengan alamat [faridfaridfarid20@gmail.com](mailto:faridfaridfarid20@gmail.com).